

## الباب الأول : علم الجيولوجيا ومادة الأرض

☆ إذا تأملنا في حياتنا الآن نستطيع أن نقول أن كل ما فى عالمنا يعتبر جيولوجيا .

♣ معنى كلمة جيولوجيا : هو علم الأرض لأنها مكونة من مقطعين هما : Geo ويعنى الأرض ،

و Logos ويعنى علم .

♣ تعريف علم الجيولوجيا : هو العلم الذى يتناول كل ما له علاقة بالأرض ومكوناتها وحركاتها وتاريخها وظواهرها وثرواتها .

## ☆ أفرع علم الجيولوجيا ☆

يتفرع علم الجيولوجيا إلى عدة أفرع كل منها يبحث فى ناحية معينة كما أن للجيولوجيا علاقة بالعلوم الأخرى

## ومن أفرع علم الجيولوجيا ما يلى :

تعريفه	الفرع
☆ تدرس العوامل الخارجية والعوامل الداخلية وتأثير كل منهما على صخور كوكب الأرض .	1- الجيولوجيا الطبيعية Physical Geology
☆ تدرس التراكيب والبنىات المختلفة للصخور والتي تنتج من تأثير القوى الخارجية والداخلية التى تعمل باستمرار وبدرجات قوة متباينة على الأرض .	2- الجيولوجيا التركيبية Structural Geology
☆ تدرس الخواص الميكانيكية والهندسية للصخور بهدف إقامة المنشآت الهندسية المختلفة مثل السدود والأنفاق والكبارى العملاقة والأبراج وناطحات السحاب .	3- الجيولوجيا الهندسية Engineering Geology
☆ يدرس أشكال المعادن وخصائصها الفيزيائية والكيميائية وصور أنظمتها البلورية .	4- علم المعادن والبلورات Mineralogy & Crystallography
☆ يدرس القوانين والظروف المتحكم فى تكوين الطبقات الصخرية وأماكن ترسيبها بعد تفتيتها ونقلها بواسطة عوامل طبيعية مختلفة .	5- علم الطبقات Stratigraphy
☆ يدرس بقايا الكائنات الفقارية واللافقارية والنباتية التى توجد فى الصخور الرسوبية ومنها نستطيع أن نحدد العمر الجيولوجى لهذه الصخور وظروف البيئة التى تكونت فيها .	6- علم الأحافير القديمة paleontology
☆ تدرس كل مايتعلق بالمياه الأرضية (الجوفية) وكيفية إستخراجها للإستفادة منها فى الزراعة وإستصلاح الأراضى .	7- جيولوجيا المياه الأرضية (الجوفية) Hydrogeology
☆ تدرس العمليات التى تتعلق بنشأة البترول أو الغاز وهجرته وتخزينه فى الصخور .	8- جيولوجيا البترول Petroleum Geology
☆ يدرس الجانب الكيميائى للمعادن والصخور وتوزيع العناصر فى القشرة الأرضية وتحديد نوع ونسبة الخامات المعدنية فى القشرة الأرضية .	9- علم الجيوكيمياء Geochemistry
☆ يبحث عن أماكن الثروات البترولية والخامات المعدنية وكل ما هو تحت سطح الأرض بعد الكشف عنها بالأجهزة الكاشفة الحساسة .	10- علم الجيوفيزياء Geophysics
Mr \ Hassan Metwally \ 01222790671 \ 01013527788	

## ♣ الظواهر الطبيعية التي يفسرها علم الجيولوجيا ♣

- ① سطح الأرض مكون من قارات تختلف في تضاريسها من مكان لآخر من ( جبال - سهول - وديان ) ، وبحار ومحيطات بعضها ضحل نسبياً والبعض الآخر عميق يصل عمقه إلى (11,000 متر) .
- ② حدوث الزلازل والبراكين حيث أن بعض الزلازل يدمر قرى ومدن بأكملها ، وبعض البراكين يخمد لفترة ثم ينشط فجأة ويخرج الصهير منها .
- ③ إستخراج المعادن والخامات الإقتصادية والبتترول والمياه الجوفية من باطن الأرض أو بالقرب من سطحها .

## ♣ أهمية الجيولوجيا في حياتنا ♣

☆ إن التطور الصناعي والإقتصادي قائم على الجيولوجيا حيث نعتد على ما يتم إستخراجه من ثروات من باطن الأرض وإستغلال هذه الثروات ،

ومن أهم فوائد علم الأرض (الجيولوجيا) ما يأتي :

- ① التنقيب عن الخامات المعدنية كالذهب والحديد والفضة وغيرها .
- ② الكشف عن مصادر الطاقة المختلفة مثل الفحم والبتترول والغاز الطبيعي والمعادن المشعة .
- ③ البحث عن مواد البناء المختلفة مثل الحجر الجيري والطفل والرخام والجبس وغيرها .
- ④ تساعد في تخطيط المشاريع العمرانية كبناء مدن جديدة وسدود وأنفاق وشق طرق آمنة من الأخطار والكوارث .
- ⑤ البحث عن المواد الأولية المستخدمة في الصناعات الكيميائية كالصوديوم والكبريت والكلور لتصنيع الأسمدة والمبيدات الحشرية والأدوية .
- ⑥ الكشف عن مصادر المياه الأرضية التي نعتد عليها في استصلاح الأراضي .
- ⑦ المساهمة في إنجاح العمليات العسكرية .

## مكونات كوكب الأرض

♣ لكوكب الأرض (6) مكونات رئيسية هي :

- 1- الغلاف الجوى
- 2- الغلاف المائى
- 3- القشرة الأرضية
- 4- الوشاح
- 5- لب الأرض (النواة)
- 6- الغلاف الحيوى (سوف يتم دراسته فى الجزء الثانى الخاص بالعلوم البيئية)

## 1- الغلاف الجوى Atmosphere

- 1- هو الغلاف الغازى المحيط بسكان الأرض إحاطة كاملة ويرتفع عن سطح اليابسة مخترقاً الفضاء الكونى .
- 2- **الإرتفاع (السماك) :** يزيد عن 1000 كم .
- 3- **الكثافة :** تقل كلما إرتفعنا لأعلى فينخفض **الضغط الجوى** لنصف قيمته لكل إرتفاع قدره (5,5) كم حتى ينعدم تقريباً فى الطبقات العليا من الغلاف .
- 4- **علل :** يحدث إختناق للإنسان عند الإرتفاعات الشاهقة .  
**الإجابة :** لأن نسبة الأكسجين تقل كلما إرتفعنا عن سطح البحر .
- 5- **تركيب الغلاف الجوى :** أساس تركيب الغلاف الجوى حالياً هو غازى النيتروجين والأكسجين (علل) حيث يتركب من :

الغاز (الغازات)	نسبة وجودها من حجم الهواء الجوى
♣ غاز الأكسجين	♣ 21 % أى ( $\frac{1}{5}$ ) حجم الهواء تقريباً
♣ غاز النيتروجين	♣ 78 % أى ( $\frac{4}{5}$ ) حجم الهواء تقريباً .
♣ غازات أخرى بكمية ضئيلة أهمها الهيدروجين والهليوم والأرجون والكريبتون والزينون ، مع كميات متغيرة من بخار الماء وثانى أكسيد الكربون والأوزون .	♣ نسبتها لا تتعدى 1 % .

## ♣ مقارنة بين نشأة الغلاف الجوى ونشأة الغلاف المائى ♣

نشأة الغلاف المائى	نشأة الغلاف الجوى
<p>♣ <b>أثناء وبعد</b> تكون كل من اليابسة والغلاف الهوائى</p> <p>♣ أخذت كميات هائلة من بخار الماء فى التكثف الشديد محدثاً أمطاراً غزيرة أخذت تنهمر على اليابسة ،</p> <p>(هذا البخار موجود أصلاً من الثورات البركانية القديمة) .</p> <p>♣ ومألت هذه الأمطار الأحواض الضخمة والفجوات والثغرات التى تشكلت على سطح الأرض أثناء تصلبها وتحجرها .</p>	<p>♣ <b>أثناء</b> تكون بنية كوكب الأرض</p> <p>إستطاعت بعض العناصر والمركبات الكيميائية التى كانت تصاحب كتلة المواد المنصهرة أن تظل منفردة فى حالتها الغازية لتكون وعلى مر السنين الغلاف الجوى .</p>

## 2- الغلاف المائى Hydrosphere

1- هو مياه أحواض البحار والمحيطات والأنهار والبحيرات التى تغطى حوالى **72%** من جملة مساحة سطح الأرض بالإضافة إلى المياه الأرضية التى تملأ الفجوات البينية فى التربة والصخور الموجودة بباطن الأرض .

2- **مستوى سطح البحر** : يتكون نتيجة إحاطة الغلاف المائى بالكرة الأرضية من جميع جهاتها ومتعارف عليه دولياً حيث تنسب إليه إرتفاعات الظواهر الطبوغرافية المختلفة كالجبال والهضاب والسهول والوديان وغيرها من الظواهر التى تتشكل منها صخور القشرة الأرضية .

3- نشأة الغلاف المائى : فى المقارنة السابقة .

## 3- القشرة الأرضية Crust

♣ هى غلاف رقيق يتكون من صخور نارية ورسوبية ومتحولة فى حالة من التوازن الدائم رغم إختلاف الكثافة بين صخور القشرتين .

القشرة الأرضية فى القارات	القشرة الأرضية تحت البحار المفتوحة والمحيطات
<p>1- السمك : <b>(60) كم</b> .</p> <p>2- تتكون من صخور السيل الجرانيتية المكونة من السيليكا والألومنيوم .</p>	<p>1- السمك : <b>(8 – 12) كم</b> .</p> <p>2- تتكون من صخور السيلما البازلتية المكونة من السيليكا والماغنسيوم .</p>

## 4- الوشاح Mantle

♣ يمتد الوشاح أسفل القشرة الأرضية وسمكه **(2900) كم** ويكون أكثر من **(80 %)** من حجم صخور الأرض .

♣ يتكون الوشاح من بعض أكاسيد الحديد والماغنسيوم والسيليكون فى صورة صخور صلبة ماعدا الجزء العلوى وينقسم لجزئين هما :

الوشاح السفلى	الوشاح العلوى (الأسينوسفير) Asthenosphere
<p>1- السمك : <b>(2550) كم</b> .</p> <p>2- يتكون من صخور صلبة .</p>	<p>1- السمك : <b>(350) كم</b> .</p> <p>2- يتكون الجزء العلوى من الوشاح من صخور لدنة مائعة تتصرف كالموائ تحت ظروف خاصة من الحرارة والضغط تسمح بانتشار دوامات تيارات الحمل فيها فتساعد على حركة القارات فوقها .</p>

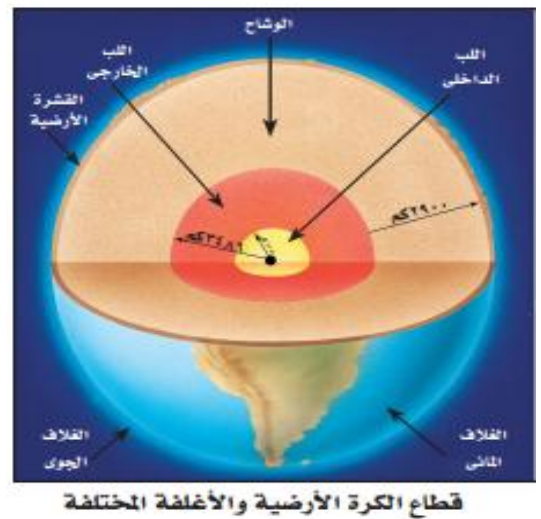
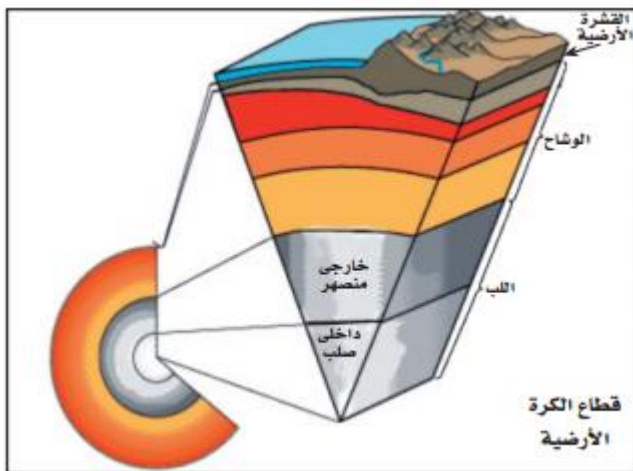
## 5- لب الأرض (النواة) Core

- 1- نصف قطر لب الأرض : حوالى (3486) كم ، أى ما يوازى (  $\frac{1}{6}$  ) سدس حجم الأرض .
- 2- يمثل (  $\frac{1}{3}$  ) كتلة الأرض لأنه يتكون من مواد عالية الكثافة . 3- درجة الحرارة : تزيد عن (5000) درجة مئوية .
- 4- الضغط : يكون كبير جداً يصل لملايين الضغط الجوى . 5- ينقسم إلى قسمين هما : لب خارجى ، لب داخلى
- ♣ تعليقات هامة ♣

- 1- أمكن تقسيم لب الأرض لقسمين خارجى وداخلى (علل) :
- الإجابة : عن طريق النتائج التى حصل عليها العلماء من تحليلهم للموجات التى تنتشر فى جوف الأرض عند حدوث الزلازل .
- 2- تمكن العلماء من تفسير أصل المجال المغناطيسى للأرض (علل) :
- الإجابة : نشأ المجال المغناطيسى للأرض بسبب وجود لب خارجى من مواد مصهورة تدور حول لب داخلى صخرى صلب .

وجه المقارنة	اللب الخارجى Outer Core	اللب الداخلى (المركزى)
1- السمك	♣ (2100) كم .	♣ (1386) كم .
2- التكوين	♣ يتكون من مصهور الحديد والنيكل .	♣ يتكون من صخور صلبة عالية الكثافة .
3- الضغط	♣ يساوى (3) مليون ضغط جوى .	♣ أعلى بكثير لذلك يكون صلب .
4- الكثافة	♣ حوالى (10) جم / سم <sup>3</sup> .	♣ حوالى (14) جم / سم <sup>3</sup> .

## قطاع فى الكرة الأرضية والأغلفة المختلفة - قطاع فى الكرة الأرضية



علامات النيم Ripple Marks



التطبق المتقاطع Cross - bedding



التشققات الطينية Mud Cracks

## التركييب الجيولوجية Geology Structures

- ♣ هي الأشكال والأوضاع الجديدة التي تتخذها صخور القشرة الأرضية نتيجة تعرضها لقوى داخلية وخارجية  
 ♣ **علل :** إن صخور القشرة الأرضية خاصة الرسوبية منها لايبقى على الحالة التي نشأت عليها عند تكونها .  
**الإجابة :** لأنها تتعرض دائماً ومن وقت لآخر لقوى داخلية وخارجية من نوع ما تجعلها تتخذ أوضاعاً وأشكالاً جديدة تسمى التراكيب الجيولوجية .  
 ♣ **للتراكيب الجيولوجية أنواع :** منها التراكيب الأولية ، والتراكيب الثانوية وهذه مقارنة بينهما :

2- التراكيب الثانوية (التكتونية) Secondary Structures	1- التراكيب الأولية Primary Structures
<p>♣ التراكيب الثانوية تسمى التكتونية لأنها <b>بنيات</b> تكونت بفعل القوى المنبعثة من <b>باطن الأرض</b> وهي التشققات والتصدعات الضخمة والإلتواءات العنيفة التي كثيراً ما نراها تشوه صخور القشرة الأرضية أثناء القيام برحلاتنا الجيولوجية للمناطق الجبلية والصحراوية .</p> <p>♣ <b>والتي يتسبب عنها :</b></p> <p>(أ) حدوث الزلازل          (ب) هياج البحار والمحيطات وتقدم مياهها أو إنحسارها عن اليابسة .          (ج) زحزحة القارات وحركتها حول بعضها البعض .</p> <p>♣ <b>الأمثلة (أنواع التراكيب التكتونية) :</b></p> <p>الطيات (الثنيات) – الفوالق – الفواصل .</p> <p>♣ <b>علل :</b> يسمى البعض التراكيب الثانوية بالتراكيب التكتونية .</p>	<p>♣ هي الأشكال التي تتخلف بالصخور تحت تأثير عوامل <b>مناخية وبيئية</b> خاصة مثل الجفاف والحرارة وتأثير الرياح والتيارات المائية وغيرها وبدون أي تدخل يذكر من جانب القوى التكتونية والحركات الأرضية .</p> <p>♣ <b>الأمثلة :</b> التشققات الطينية – علامات النيم – التطبق المتقاطع – التدرج الطبقي وغيرها وتنتشر بكثرة في صخور القشرة الأرضية خاصة الرسوبية .</p> <p style="text-align: center;"><b>( ص 4 )</b></p> <p>♣ <b>علل :</b> يكثر وجود علامات النيم في الصخور الرسوبية .</p>

### أولاً : الطيات (الثنيات) Folds

- ♣ **1- تعريف الطية (عملية الطي) :** هي **إنثناء أو تجعد** يحدث لصخور القشرة الأرضية وقد تكون بسيطة أي ثنية واحدة وغالباً ما تكون عدة ثنيات متصلة وهي تنشأ غالباً نتيجة تعرض سطح القشرة الأرضية **لقوى ضغط** .  
 ♣ تعتبر الطيات من أهم أنواع التراكيب الجيولوجية تكتونية الأصل .
- ♣ **2- الأهمية الجيولوجية والإقتصادية للطيات :**
- (أ) تشكل **المكامن** أو المصائد التي يتجمع فيها زيت البترول الخام والمياه الجوفية أو يترسب فيها الخامات المعدنية  
 (ب) تحديد **العلاقة الزمنية** بين الصخور من حيث الأقدم والأحدث .  
 (ج) يستدل منها على **أحداث جيولوجية** .
- ♣ **3- أماكن وجود الطيات :** توجد بصورة أكثر وضوحاً في **الصخور الرسوبية** (علل)  
 لأن الصخور الرسوبية توجد على شكل طبقات تختلف في سمكها وإمتدادها في الطبيعة من مكان لآخر .
- ♣ **4- الخصائص الجيولوجية للطيات :**
- (أ) تشغل **مساحات متباينة** من القشرة الأرضية تتراوح بين بضعة أمتار وعشرات الكيلومترات المربعة في المنطقة الواحدة .  
 (ب) **نادر** أن تجد طية واحدة **منفردة** في الطبيعة ولكن غالباً ما تجد عدة طيات متصلة مع بعضها .  
 (ج) **نادر** ما تتواجد الطيات أو تستمر في الطبيعة في **نظم وأشكال ثابتة** لأن الطيات غالباً ما تعاني من تكرار الطي فنجد أن الغالبية العظمى منها قد تعقد شكلها بالكسور والتشققات .



## ♣ 5- عناصر الطية (العناصر التركيبية الأساسية لها) :

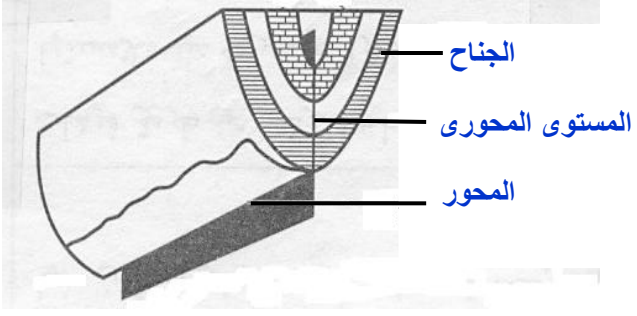
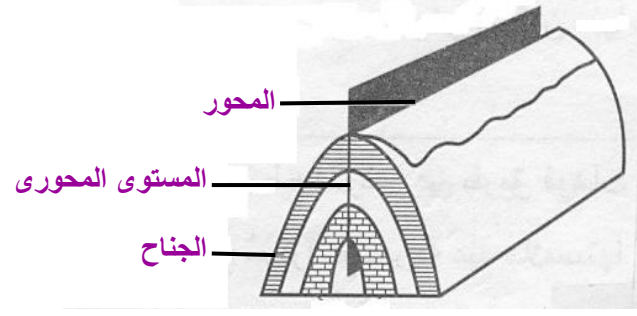
توصف الطيات على إختلاف أحجامها وأنواعها بعدة عناصر هي :

عناصر الطية	التعريف
(أ) المستوى المحوري	♣ هو المستوى الوهمي الذي يقسم الطية بكل طبقاتها المختلفة إلى نصفين متماثلين ومتشابهين تماماً من جميع الوجوه .
(ب) جناحي الطية	♣ هما كتلتى الصخور الموجودتين على جانبي المستوى المحوري للطية .
(ج) محور الطية	♣ هو الخط الوهمي الناتج من تقاطع المستوى المحوري للطية مع أى سطح من أسطح طبقاتها المختلفة .
سلسلة الخبير Mr Hassan Metwally	♥ وحيث أن الطية تحتوى عادة على أكثر من طبقة مطوية ولكل واحدة منها محورها الخاص بها لذلك فإن المستوى المحوري للطية لابد أن يكون شاملاً لهذه المحاور جميعها (علل) . لا حظ أن : 1- عدد محاور الطية = عدد طبقاتها . 2- للطية مستوى محوري واحد مهما تعددت طبقاتها .

## ♣ 6- تصنيف الطيات : يتم تصنيف الطيات على الأسس التالية :

- أ ( المظهر الذي تنكشف عليه الطيات فى الحقل .  
أ ( الأوضاع التى تتخذها العناصر التركيبية للطية فى الطبيعة .  
جـ) نوعية وطبيعة القوى التكتونية التى أثرت على الصخور أثناء عملية الطى الميكانيكية .  
وأكثر أنواعها شيوعاً هي الطيات المحدبة والطيات المقعرة .

## مقارنة بين الطية المحدبة والطية المقعرة

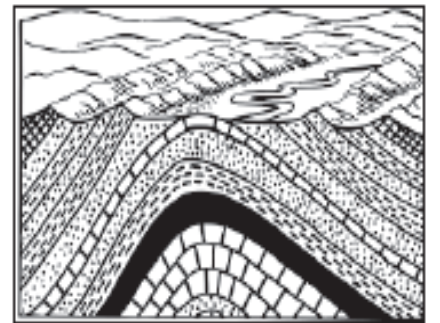
الطية المقعرة	الطية المحدبة
♣ 1- الطبقات منحنية لأسفل . ♣ 2- أحدث الطبقات توجد فى المركز .	♣ 1- الطبقات منحنية لأعلى . ♣ 2- أقدم الطبقات توجد فى المركز .
	



الفوالق فى الطبيعة



الطيات



طية محدبة

## ثانياً : الفوالق Faults

- ♣ 1- تعريف الفوالق : هي كسور وتشققات في الكتل الصخرية التي يصاحبها حركة نسبية للصخور المهشمة على جانبي مستوى الكسر . والفوالق واحدة من أهم التراكيب التكتونية الأصل .
- ♣ 2- عناصر الفالق : للفوالق عناصر تركيبية كما للطيات أهمها :

التعريف	عنصر الفالق
♣ هو المستوى الذي تتحرك على جانبيه الكتل الصخرية المهشمة بحركة نسبية ينتج عنها إزاحة .	أ ( مستوى الفالق ) Fault Level
♣ هي كتلة الصخور الموجودة أعلى مستوى الفالق .	ب ( صخور الحائط العلوى ) Hanging Wall
♣ هي كتلة الصخور الموجودة أسفل مستوى الفالق .	ج ( صخور الحائط السفلى ) Foot Wall
سلسلة الخبير ... ريع هرون من التميز والإبداع	مستمر / حسن متولى

## ♣ 3- أهمية الفوالق :

- أ ( تعتبر الفوالق مصاد للبتروال والغاز الطبيعي والمياه الجوفية .
- ب ( أماكن تصاعد مياه ونافورات ساخنة على مستوى الفالق كما في منطقة عيون حلوان بحلوان والعين السخنة على الساحل الغربى لخليج السويس وحمام فرعون على الساحل الشرقى لخليج السويس والتي تستخدم للسياحة والعلاج .
- ج ( ترسيب معادن الكالسيت والمنجنيز والنحاس وخامات القصدير نتيجة صعود مياه معدنية في الشقوق على طول مستوى الفالق .

## ♣ 4- الظواهر التي تصاحب الفوالق والتي يمكن من خلالها تحديد مواقع الفوالق :

- أ ( إنصقال جوانب الفالق مع وجود خطوط موازية لحركة الصخور على مستوى جانبي الفالق .
- ب ( وجود بريشيا الفوالق : هي فتات من الصخور المهشمة ذات حواف حادة .
- ج ( هذا بالإضافة للظواهر الأخرى مثل تصاعد نافورات المياه وترسيب المعادن على طول مستوى الفالق .

## ☆ علل :



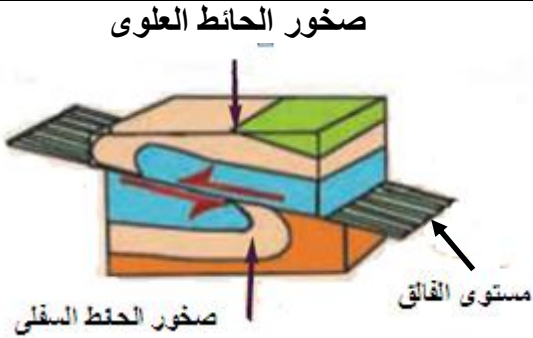
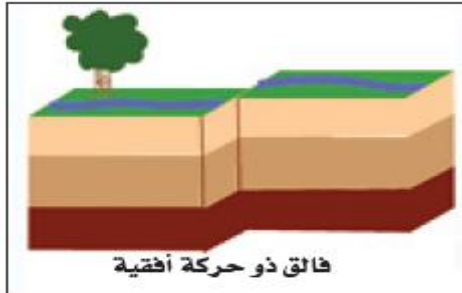
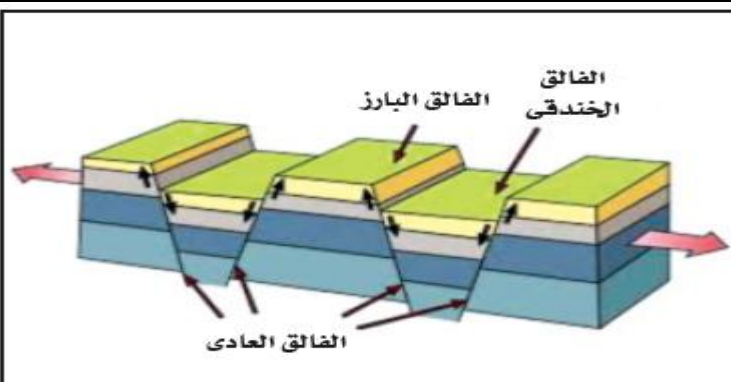
- تراكيب الطيات والفوالق تظهر في الصخور النارية والمتحولة ولكن بصورة أقل وضوحاً من الصخور الرسوبية .
- الإجابة : لأن الصخور الرسوبية ذات طابع طباقى التكوين نتيجة إختلافها عن بعضها البعض في :  
اللون - التركيب المعدنى والكيميائى - المادة اللاصقة - النسيج - المحتوى الحفرى .

## ♣ 5- تحديد نوع الفالق (أساس تصنيف الفوالق) :

- لمعرفة نوعية الفالق سواء كان عادى أو معكوس : يجب أولاً أن نحدد الإتجاه الذى تحركت فيه مجموعة من الصخور الموجودة على أحد جانبي مستوى الفالق بالنسبة لإتجاه حركة نفس هذه المجموعة الصخرية على الجانب الآخر .

## ♣ وعلى هذا الأساس يمكن تصنيف الفوالق كما يلى :

- 1- فالق عادى
- 2- فالق معكوس .
- 3- فالق دسر (زحفى) .
- 4- فالق ذو حركة أفقية ،
- 5- فالق بارز (ساتر) .
- 6- فالق خندقى (خسفى) .

شكل الفالق	التعريف	نوع الفالق
	♣ هو الكسر الناتج عن الشد والذي تتحرك على مستواه صخور الحائط العلوى إلى أسفل بالنسبة لصخور الحائط السفلى .	1- الفالق العادى Normal Fault
	♣ هو الكسر الناتج عن الضغط والذي تتحرك على مستواه صخور الحائط العلوى إلى أعلى بالنسبة لصخور الحائط السفلى .	2- الفالق المعكوس Reverse Fault
	♣ هو أحد أنواع الفوالق المعكوسة ويتميز عن الفالق المعكوس بأن مستوى الفالق أفقى تقريباً (أى قليل الميل) . ♣ يسمى الفالق الدسر بالفالق الزحفى لأن صخوره المهشمة تزحف أفقياً تقريباً بمسافة ما على مستوى الفالق .	3- الفالق الدسر (الزحفى) Thrust Fault
	♣ هو فالىق تتحرك صخوره المهشمة حركة أفقية فى نفس المستوى دون وجود إزاحة رأسية .	4- الفالق ذو الحركة الأفقية Strike – slip Fault
	♣ عبارة عن فالقين عاديين تتأثر بهما الصخور ويتحدان معاً فى صخور الحائط السفلى .	5- الفالق البارز (الساتر) Horst Faults
	♣ عبارة عن فالقين عاديين تتأثر بهما الصخور ويتحدان معاً فى صخور الحائط العلوى .	6- الفالق الخندقى (الخشفى) Graben Faults



## ثالثاً : الفواصل Joints

- ♣ 1- تعريف الفواصل : هي كسور متواجدة في الصخور المختلفة النارية والرسوبية والمتحولة ولكن بدون أية إزاحة . وهي تراكيب جيولوجية تكتونية الأصل .
- ♣ 2- المسافة بين الفواصل : وجد أن المسافة بين كل فاصل وآخر تختلف من عدة سنتيمترات إلى عشرات الأمتار .
- ♣ 3- العوامل التي تتوقف عليها المسافة بين الفواصل : نوع الصخر - سمك الصخر - طريقة إستجابة الصخر للقوى المؤثرة عليه .
- ♣ 4- أهمية الفواصل : إستفاد قدماء المصريين من وجود الفواصل في الصخور في بناء معابدهم ومقابرهم وكذلك في عمل المسلات .

## الجيولوجيا التاريخية

## ♣ مقدمة عن الجيولوجيا التاريخية :

- ★ الهدف الأساسي لعلم الجيولوجيا هو : إستنتاج تاريخ الأرض حيث
- ♣ يستطيع الجيولوجي تحديد تاريخ الأرض من خلال : دراسة الصخور عامة والرسوبية خاصة وما تحتويه من حفريات .
- ★ أهم إنجازات علم الجيولوجيا : حقق إنجازات كبيرة في العديد من المجالات إلا أن أهمها للمعرفة الإنسانية هو : إنجاز التقويم الجيولوجي المسمى بالسلم الجيولوجي أو التقويم الزمني .

- ♣ السلم الجيولوجي (التقويم الزمني) : ♥ هو وضع الأحداث الجيولوجية في مكانها الصحيح ، ♥ لا يوجد السلم الجيولوجي كاملاً في مكان واحد بل يوجد إنقطاع (علل) بسبب إختفاء بعض الطبقات نتيجة عمليات التعرية أو إنقطاع الترسيب لفترة زمنية وهو ما يسمى أسطح عدم التوافق .

- ★ وسائل تقدير عمر الأرض : استخدمت وسائل متعددة لتحديد عمر الأرض منها ما يلي :
- 1- تحليل المواد المشعة : والتي قدرت عمر الأرض بحوالى (4,6) بليون سنة أى (4600) مليون سنة .
- 2- تطور الحياة : والذي يعتمد على الحفريات المرشدة : هي حفريات ذات إنتشار جغرافى واسع ومدى زمنى محدود ♥ ومن خلال ذلك يقسم تاريخ الأرض (السلم الجيولوجي) إلى دهرين كبيرين هما : دهر الكريبتوزوى ، ودهر الفانيروزوى . ♥ وتترتب وحدات قياس الزمن الجيولوجي من الأكبر ← للأصغر كما يلي :



ثانياً : دهر الحياة المعروفة (دهر الفانيروزوى)	أولاً : دهر الحياة غير المعروفة (دهر الكريبتوزوى)
1- يمتد من (542) مليون سنة وحتى الآن .	1- يبدأ مع بداية تاريخ الأرض من (4600) مليون سنة وحتى (542) مليون سنة مضت .
2- يقسم إلى (3) أحقاب هي : أ ( حقبة الحياة القديمة ) ب ( حقبة الحياة المتوسطة : (حقبة الزواحف) ج ( حقبة الحياة الحديثة : (عصر الثدييات)	2- يطلق عليه ما قبل الكامبرى ويمثل (87%) من عمر الأرض . ويقسم إلى (3) أحقاب تترتب من الأقدم إلى الأحدث كما يلي : أ ( حقبة الهاديان : نشأة الأرض وأغلفتها الصخرى والجوى والمائى . ب ( حقبة الأركى : بداية الكائنات وحيدة الخلية مثل البكتريا اللاهوائية - تكونت أقدم الصخور . ج ( حقبة البروتيروزوى : تكون طحالب خضراء وبداية الكائنات عديدة الخلايا .
Mr \ Hassan Metwally \ 01222790671 \ 01013527788	

❖ **دهر الحياة المعلومة (دهر الفانبروزوى)** ❖

❖ ينقسم إلى (3) أحقاب تترتب من الأقدم للأحدث كما يلي :

أولاً : حقبة الحياة القديمة (حقبة اللافقرات)

❖ يسمى حقبة اللافقرات وينقسم إلى (6) عصور تترتب من الأقدم للأحدث كما يلي :

الحقب	العصور	تطور النباتات والحيوانات
حقب الحياة القديمة	1- الكمبرى	❖ سيادة ثلاثية الفصوص
	2- الأوردوفيشى	❖ بداية النباتات الخضراء والفطريات على اليابس
	3- السيلورى	❖ بداية النباتات الوعائية ❖ بداية الأسماك (أول الفقاريات)
	4- الديفونى	❖ بداية النباتات معراة البذور والأشجار والحشرات
	5- الكربونى	❖ ظهور أشجار حرشفية وسراخس كونت الفحم
	6- البرمى	❖ إنتشرت نباتات بذرية حقيقية ❖ بداية الزواحف
		❖ ازدهرت الحياة البحرية

ثانياً : حقبة الحياة المتوسطة (حقبة الزواحف)

❖ يسمى حقبة الزواحف وينقسم إلى (3) عصور تترتب من الأقدم للأحدث كما يلي :

الحقب	العصور	تطور النباتات والحيوانات
حقب الحياة المتوسطة	1- الترياسى	❖ إنتشرت الزواحف البرية والمائية والهوائية ❖ إنتشرت الأمونيات
	2- الجوراسى	❖ سادت الزواحف العملاقة ❖ ظهر أول الطيور
	3- الطباشيرى	❖ إنتشرت النباتات الزهرية ❖ ظهرت أسماك عظمية حديثة ❖ ظهرت الثدييات المشيمية
		❖ تطورت الطيور ❖ إختفت الديناصورات مع نهايته

ثالثاً : حقبة الحياة الحديثة (عصر الثدييات)

❖ يسمى عصر الثدييات وينقسم لعشرين : الثالث (5 أزمنة) والرابع (زمنين) وتترتب من الأقدم للأحدث كما يلي :

الحقب	العصور	الأزمنة	تطور النباتات والحيوانات
حقب الحياة الحديثة	العصر الثالث	1- الباليوسين	❖ حدث إنقراض الديناصورات والعديد من الكائنات الأخرى . ❖ سادت النباتات الزهرية . ❖ ظهور النيموليت . ❖ ظهرت الحيوانات الرعوية ❖ تطورت الطيور والثدييات وسمى عصر الثدييات ❖ ظهور الإنسان .
		2- الأيوسين	
		3- الأوليجوسين	
		4- الميوسين	
		5- البليوسين	
	العصر الرابع	6- البليستوسين	
		7- الهولوسين	

دهر	حقب	عصر	زمن	تطور النباتات والحيوانات
دهر الحياة العلمية	حقب الحياة الحديثة	العصر الرابع	الهولوسين	ظهور الانسان  تطور كل من الثدييات والطيور وظهرت الحيوانات الرعوية ظهور الليموليث وسادت النباتات الزهرية ويسمى عصر الثدييات وحدث انقراض الديناصورات والعديد من الكائنات الأخرى
			البليستوسين	
		العصر الثالث	البليوسين	
	الفيوسين			
	الأوليغوسين			
	الأيوسين			
	الباليوسين			
	حقب الحياة المتوسطة	الطباشيري	حقب الزواحف	انتشرت النباتات الزهرية وظهرت أسماك عظمية حديثة واختلت الديناصورات مع نهايته وتطورت الطيور وظهرت ثدييات مشيمية
				سادت زواحف عملاقة وظهر أول الطيور وانتشرت ثدييات صغيرة الحجم
				انتشرت الزواحف البرية والثديية والهرائية والأمونيتات وأول الثدييات
حقب الحياة القديمة	البرمي	حقب اللافتقاريات	انتشرت نباتات بذرية حقيقية وبداية الزواحف وازدهرت الحياة البحرية	
			ظهور أشجار حرشفية وسراخس كونت اللحم وانتشار البرمائيات	
	الديفوني		بداية النباتات معراة البذور والأشجار والحشرات ، سيادة الأسماك	
	السيلاوري		بداية النباتات الوعائية وبداية الأسماك ( أول الفقاريات )	
	الأوردوفيشي		بداية النباتات الخضراء والطحريات على اليابس وتلوهت اللافتقاريات	
	الكمبري		سيادة ثلاثية الفصوص ، بداية الكائنات الهيكلية	
	دهر الحياة غير المعلومة		البروتيزوي	يطلق عليه ما قبل الكمبري ويمثل ٩٨٧% من عمر الأرض
الآركي		بداية الكائنات وحيدة الخلية مثل البكتريا اللاهوائية / أقدم الصخور		
الهاديان		نشأة الأرض وأغلفتها الصخري والجوي والمائي		

### ☆ أهمية دراسة السجل الجيولوجي ☆

❖ بدراسة السجل الجيولوجي ثبت وجود تقدم للبحر على اليابس وفترات ترسيب وفترات إنقطاع ترسيب أو تعرية مما أدى إلى تكون تراكيب جيولوجية هي تراكيب عدم التوافق .

❖ سلسلة الخبر ... مستر / حسن متولى... ربع قرن من الخبرة ... تميز ... إبداع ... شمولية ❖

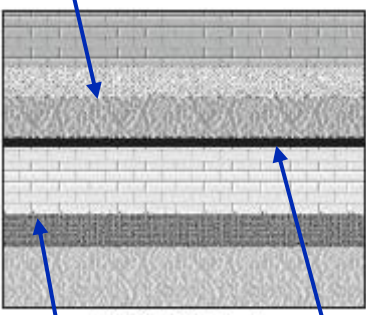
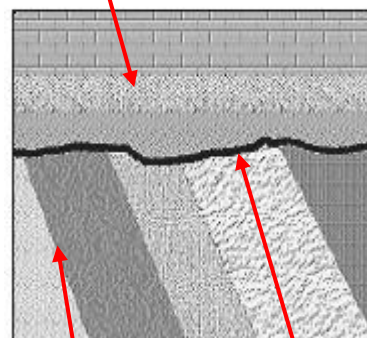
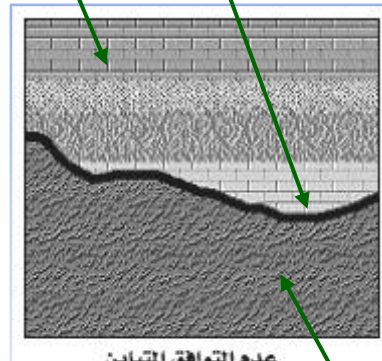
## تراكيب عدم التوافق Unconformity

♣ **سطح عدم التوافق :** هو سطح تعرية أو سطح عدم ترسيب واضح ومميز يفصل بين مجموعتين صخريتين ويدل على غياب الترسيب لفترات زمنية تصل إلى عشرات الملايين من السنين .

♣ **الشواهد التي تدل على وجود عدم توافق :**

- 1- وجود طبقة من الحصى المستدير (الكونجلوميرات) تقع فوق سطح عدم التوافق مباشرة .
- 2- حدوث تغير مفاجيء في تتابع المحتوى الحفرى بين الطبقات .
- 3- اختلاف ميل الطبقات على جانبي سطح عدم التوافق .
- 4- وجود تراكيب جيولوجية أو العروق فى إحدى الطبقات وعدم وجودها فى الطبقات الأخرى .

♣ **أنواع عدم التوافق :** (3) أنواع موضحة فى الجدول التالى :

عدم التوافق الإنقطاعى Disconformity	عدم التوافق الزاوى Angular unconformity	عدم التوافق المتباين Nonconformity
<p>♣ يكون عدم التوافق بين مجموعتين من الصخور الرسوبية فى وضع أفقى تقريباً</p> <p>♣ يحدث بسبب التعرية أو إنقطاع الترسيب .</p> <p>♣ ويمكن للجيولوجى تحديد سطح عدم التوافق من خلال المحتوى الحفرى لها .</p> <p>طبقات رسوبية أفقية</p>  <p>عدم التوافق الإنقطاعى</p> <p>سطح عدم توافق إنقطاعى</p> <p>طبقات رسوبية أفقية</p>	<p>♣ يتكون بين مجموعتين من الصخور الرسوبية حيث تكون الطبقات الأقدم مائلة أما مجموعة الطبقات الأحدث فتكون أفقية .</p> <p>♣ أو تكون المجموعتان مائلتين فى اتجاهين مختلفين .</p> <p>طبقات رسوبية أفقية</p>  <p>عدم التوافق الزاوى</p> <p>سطح عدم توافق زاوى</p> <p>طبقات رسوبية مائلة</p>	<p>♣ يتكون بين الصخور الرسوبية من جهة والصخور النارية أو المتحولة من جهة أخرى .</p> <p>♣ تكون الصخور الرسوبية هى الأحدث .</p> <p>صخور رسوبية</p> <p>سطح عدم توافق متباين</p>  <p>عدم التوافق المتباين</p> <p>صخور نارية أو متحولة</p>

### عوامل التفوق ثلاث

- 1- معلم متخصص
- 2- طالب مجتهد
- 3- كتاب منظم



## الباب الثانى : المعادن

- ♣ **تعريف المعدن :** 1- المعدن : هو الوحدة الأساسية التى يتكون منها الصخر .  
 2- المعدن (بالنسبة للجيولوجى المتخصص فى علم المعادن) : هو مادة صلبة<sup>1</sup> غير عضوية تتكون فى الطبيعة<sup>2</sup> ولها تركيب كيميائى محدد (يمكن التعبير عنه)<sup>3</sup> ولها شكل بلورى مميز<sup>4</sup>  
 ♣ **تعليقات هامة :**

- أ ( لايعتبر الفحم من المعادن من وجهة نظر الجيولوجى المتخصص .  
 ج : لأن الفحم من أصل عضوى ، وليس له شكل بلورى مميز<sup>(2-)</sup> .  
 ب) لايعتبر البترول من المعادن من وجهة نظر الجيولوجى المتخصص .  
 ج : لأن البترول مادة سائلة ، ومن أصل عضوى ، وليس له تركيب كيميائى محدد ، وليس له شكل بلورى مميز<sup>(4-)</sup> .  
 3- **الأركان الأساسية فى تعريف المعدن:** أ ( له بناء ذرى ثابت .

- ب) له تركيب كيميائى محدد : حيث أن :  
 ☆ القليل من المعادن لها تركيب كيميائى ثابت ومحدد مثل الكوارتز (المرو) المكون من ثانى أكسيد السيليكون .  
 ☆ أما الغالبية العظمى من المعادن فيتغير تركيبها الكيميائى بإحلال عنصر محل آخر لكن فى نطاق ضيق بحيث لا يغير من الترتيب الذرى للهيكل البنائى للمعدن . وعلى ذلك فإننا نجد أن :  
 4- **الشق الأساسى فى تعريف المعدن:** هو كونه مادة متبلرة (علل) لأن النظام البلورى لها يتحكم فى شكل المعدن وخصائصه الطبيعية (من لون وصلابة وإنقسام ومكسر) وخصائصه الكيميائية .

♣ **أهمية التعرف على مكونات القشرة الأرضية:**

- ① يعيش الإنسان على سطح الأرض فوق القشرة الأرضية يأكل من زراعة تربتها ويسكن فى منازل بينها من مواد يستخرجها من صخورها ومعادنها .  
 ② وإذا نظرنا إلى طريقة معيشتنا نجد أن الحياة بكل متطلباتها ترتبط بصورة وثيقة – وإن كانت ليست دائماً مباشرة – بما يوجد على سطح الأرض أو بالقرب من سطحها ، فلا بد من التعرف على مكوناتها لتتعلم كيف نستفيد من خيراتها على أكمل وجه ونتقى شرورها من زلازل والبراكين والسيول التى تؤثر على سطحها .  
 ③ ولا يتم ذلك إلا بدراسة مواد القشرة الأرضية من الصخور والمعادن المكونة لها والتى نعيش فى تلامس مباشر معها بل وتصعب الحياة بدونها سواء فى السلم أو الحرب .

♣ **إستخدامات المعادن قديماً وحديثاً:** عرف الإنسان المعادن والصخور منذ قديم الأزل: ناقش هذه العبارة .☆ **أولاً : إستخدامات المعادن قديماً :**

- ① إستخدم إنسان العصر الحجرى **صخر الصوان** فى عمل سكاكين وحرايب إستخدمها كأسلحة لصيد الحيوانات والدفاع عن نفسه .  
 ② ثم إستعمل الأصباغ المعدنية الحمراء والصفراء مثل **الهيماتيت والليمونيت** فى : الرسم على جدران الكهوف التى كان يعيش فيها .  
 ③ إزدهرت صناعة الفخار من معادن **الطين** بعد أن عرف الإنسان النار .  
 ④ كان الإنسان المصرى القديم أول من إستخدم الأحجار ذات الألوان الزاهية مثل : **الفيروز والجمشت والمالاكيت والزمرد** كأحجار للزينة .

☆ **ثانياً : إستخدامات المعادن حديثاً :** ⑤ تستخدم المعادن الآن فى الكثير من الصناعات وإستخدامات الحياة المتعددة

المعدن	الإستخدام
1- الكالسيت	☆ صناعة الأسمنت .
2- الكوارتز (الرمل)	☆ المصنوعات الزجاجية .
3- أكاسيد الحديد ( الماغنيتيت والهيماتيت )	☆ صناعة الحديد والصلب اللازمة فى : البناء وصناعة السيارات وسكك الحديد .
4- الفلسبار	☆ صناعة الخزف .
5- الفلزات ( مثل النحاس والذهب )	☆ يتم تشكيلها لتناسب إستخدامات الحياة المتعددة .

## ♣ العلاقة بين المعادن والصخور :

- 1- تتركب القشرة الأرضية من (3) أنواع من الصخور : نارية - رسوبية - متحولة .
- 2- تتركب صخور القشرة الأرضية من معادن والتي تتركب من عناصر والتي تتركب من ذرات .
- 3- تشترك الصخور فى أنها تتكون من مجموعة معادن وفى أحيان قليلة نجد أن الصخر يتكون من معدن واحد مثل صخر الحجر الجيري الذى يتكون من معدن الكالسيت .
- 4- الغالبية العظمى من الصخور تتكون من حبيبات من المعادن متماسكة مع احتفاظ كل منها بخصائصه مثل صخر الجرانيت الذى يتكون من معادن الكوارتز والفلسبار والميكا .
- 5- عادة ماتشترك المعادن المكونة للصخر فى بعض الصفات أو الخواص مثل :  
( أ ) الصخور النارية : تكونت من تبلور الصهير الذى يتكون من مجموعة من المعادن التى تبلورت مع انخفاض صغير نسبياً فى درجات الحرارة والضغط .

( ب ) الصخور الرسوبية : التى نقلت وترسبت تشترك فى خواص متقاربة بالنسبة لحجم الحبيبات ووزنها النوعى ، مثال ذلك :

★ رواسب السهل الفيضى لنهر النيل التى تتكون من الغرين والصلصال المتواجدان فى القرية الزراعية فى مصر

## تكوين المعادن

♣ تكوين المعادن (التركيب الكيميائى للمعادن) : 1- المعادن كغيرها من المواد الطبيعية تتكون من العناصر المعروفة لنا وتنقسم لنوعين :

( أ ) معادن عنصرية : تتكون من عنصر واحد مثل الذهب والكبريت والنحاس وكذلك الماس والجرافيت اللذان يتكونان من عنصر الكربون .

( ب ) معادن مركبة : حيث تتكون غالبية المعادن من اتحاد عنصرين أو أكثر كيميائياً حيث :  
ترتبط لتكون مركب ثابت حسب القوانين الكيميائية الخاصة بالروابط مثل :  
★ الكوارتز (المرو) الذى يتكون من ثانى أكسيد السيليكون .  
★ الكالسيت الذى يتكون من كربونات الكالسيوم .

2- تعرف الإنسان على أكثر من (100) عنصر إلا أن عدداً قليلاً منها يكون غالبية صخور الأرض ، وبالتحديد فإن (8) عناصر تكون حوالى (98,5%) من وزن صخور القشرة الأرضية وتترتب تنازلياً كما يأتى :

♣ النسبة المئوية للعناصر الثمانية المكونة لـ (98,5%) من وزن صخور القشرة الأرضية مرتبة تنازلياً

العنصر	الأكسجين	السيليكون	الألومنيوم	الحديد	الكالسيوم	الصوديوم	البوتاسيوم	الماغنسيوم	بقية العناصر
النسبة	46,6 %	27,7 %	8,1 %	5 %	3,6 %	2,8 %	2,6 %	2,1 %	1,5 %

- ♣ يتضح من الجدول أن أكثر العناصر إنتشاراً فى صخور القشرة الأرضية هو عنصر الأكسجين .
- 3- أما باقى العناصر المعروفة مثل النحاس والذهب والكربون والرصاص والبلاتين وغيرها فلا تتعدى مساهمتها فى تكوين صخور الأرض أكثر من (1,5%) من النسبة المئوية لوزن صخور الأرض .
  - 4- تمكن العلماء من تعريف أكثر من (2000) معدن وإن كان أغلبها يوجد بكميات قليلة فى الطبيعة .
  - 5- المعادن الشائعة ذات القيمة الاقتصادية لا يتجاوز عددها (200) معدن .
  - 6- المعادن المكونة لصخور القشرة الأرضية تعد بالعشرات وتنقسم من حيث الوفرة لعدة مجموعات معدنية .
  - 7- المجموعات المعدنية الأكثر شيوعاً فى صخور القشرة الأرضية هى :  
مجموعة السيليكات<sup>1</sup> تليها من حيث الوفرة مجموعة الكربونات<sup>2</sup> ثم المعادن الاقتصادية<sup>3</sup> من أكاسيد وكبريتيدات وكبريتات ومعادن عنصرية منفردة وغيرها .

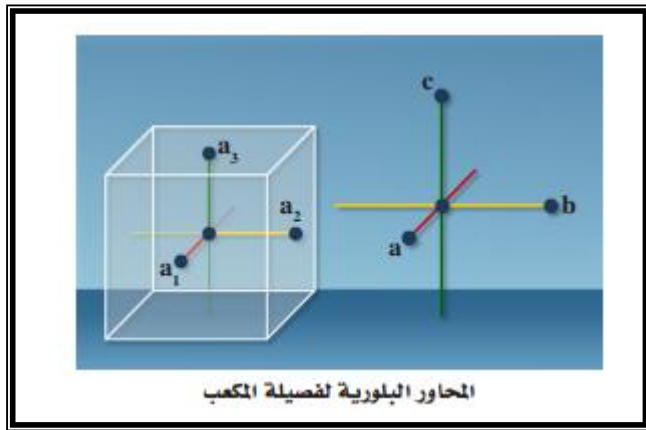
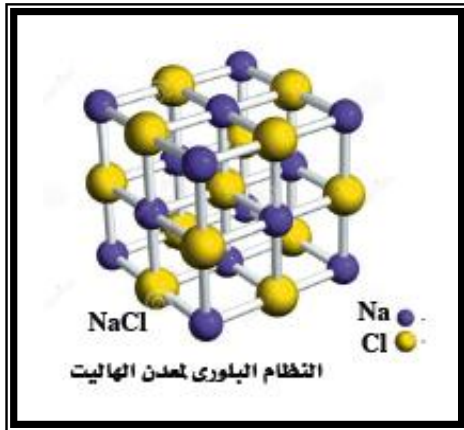
الانتشار	المجموعة المعدنية	أمثلة المعادن التي توجد فيه
الأكثر	السليكات	الكوارتز - الأرثوكليز - البلاجيوكليز - الميكا - الأمفيبول - البيروكسين - الأوليفين - الصوان .
ترتيب تنازلي	الكربونات	الكالسيت - الدولوميت - المالاكيت .
	الأكاسيد	الهيماتيت - الماجنيت .
	الكبريتيدات	البيريت - الجالينا - السفاليريت .
	الكبريتات	الجبس - الأنهدريت - الباريت .
الأقل	معادن عنصرية منفردة	الجرافيت - الذهب - النحاس - الكبريت - الماس .

### التركيب البلوري للمعادن

♣ الهيكل البنائي للمعدن : يتكون من ترتيب ذرات العناصر داخل المعدن الواحد ترتيباً منتظماً متناسقاً مكونة ما يعرف بالشكل البلوري .

♣ البلورة : هي جسم هندسي مصمت لها أسطح خارجية مستوية تعرف بالأوجه البلورية .

♣ مثال : النظام البلوري لمعدن الهاليت : الهاليت هو كلوريد الصوديوم والذي يعرف بالملح الصخري : يتكون من اتحاد أيونات الصوديوم الموجبة مع أيونات الكلور السالبة في نظام تكراري ينتج عنه نظام بلوري مميز لمعدن الهاليت ويكون على شكل مكعب .



♣ العناصر الأساسية عند دراسة بلورات المعادن :

1- المحاور البلورية : يرمز لها بالرموز (a ، b ، c) في حالة اختلاف أطوالها ، محور التماثل الرأسي : هو الخط الذي يمر بمركز البلورة وتدور حوله فيكرر ظهور أوجه أو حروف أو زوايا البلورة مرتين أو أكثر .

2- الزوايا بين المحاور : يرمز لها بالرموز (α - β - γ) .

♣ تتوقف درجة التماثل البلوري على : أطوال المحاور ، والزوايا بينهم .

3- مستوى التماثل البلوري : هو المستوى الذي يقسم البلورة إلى نصفين متشابهين تماماً .







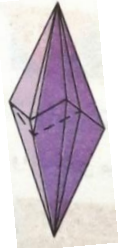
♣ وفي ضوء ذلك يمكن تقسيم بلورات المعادن إلى سبعة فصائل بلورية .

♣ تقسيم الفصائل (الأنظمة) البلورية : يمكن تقسيم بلورات المعادن إلى عدة فصائل بلورية مختلفة

ويعتمد التقسيم على : أطوال المحاور البلورية ، والزوايا بين هذه المحاور .

♣ وهي (7) فصائل : المكعب - الرباعي - المعيني القائم - أحادي الميل - ثلاثي الميل - السداسي - الثلاثي .

♣ كل الأنظمة (الفصائل) لديها (3) محاور ما عدا : النظام البلوري السداسي والثلاثي فلهما أربعة محاور بلورية .

وجه المقارنة	1- النظام المكعبي	2- النظام الرباعي	3- النظام المعيني القائم	4- النظام أحادي الميل	5- النظام ثلاثي الميل	6- النظام السداسي	7- النظام الثلاثي
1- المحاور البلورية والزوايا	♣ (3) محاور بلورية متساوية في الطول ومتعامدة الزوايا ♣ يتميز هذا النظام بأكبر قدر من التماثل البلوري (علل) .	♣ (3) محاور بلورية متعامدة ، ♣ محوران متساويان والثالث يختلف عنهما في الطول .	♣ (3) محاور بلورية مختلفة في الطول ومتعامدة الزوايا . ♣ معظم المعادن تنتمي لهذه الفصيلة .	♣ (3) محاور بلورية مختلفة الطول . ♣ محوران منهما متعامدان والثالث مانل عليهما . ♣ معظم المعادن تنتمي لهذه الفصيلة .	♣ (3) محاور بلورية مختلفة في الطول وغير متعامدة .	♣ (4) محاور بلورية منها (3) محاور بلورية أفقية متساوية في الطول وتتقاطع مع بعضها في زوايا متساوية . ♣ ويتعامد على مستواهم الأفقي محور بلوري رأسي ثلاثي التماثل يختلف عنهم في الطول . ♣ ولا يوجد مستوى تماثل أفقي .	♣ (4) محاور بلورية منها (3) محاور بلورية أفقية متساوية في الطول وتتقاطع مع بعضها في زوايا متساوية . ♣ ويتعامد عليهم محور رأسي سداسي التماثل يختلف عنهم في الطول ♣ ويوجد مستوى تماثل أفقي .
2- شكل البلورة							
3- قانون التماثل البلوري	$a_1 = a_2 = a_3$ $\alpha = \beta = \gamma$	$a_1 = a_2 \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma$	$a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma$	$a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma \neq \beta$	$a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma$	$a_1 = a_2 = a_3 \neq c$ مستر / حسن متولى 01222790671	$a_1 = a_2 = a_3 \neq c$
			سلسلة ... الخبير ربع قرن من التميز والإبداع				



## ☆ الخواص الفيزيائية للمعادن ☆

- ❖ **إن أحد أهم واجبات الجيولوجي هو التعرف على المعادن بداية من أماكن وجودها في الحقل لذلك فإنه يستخدم :**
- أولاً : الخواص الظاهرة والتي تسهل ملاحظتها في العينة اليدوية ليتعرف على المعدن مبدئياً .
- ثانياً : ثم يؤكد ذلك التعرف بالطرق المعملية التي تتطلب أجهزة وتحاليل معقدة .
- ❖ **تصنف الخواص الفيزيائية للمعادن إلى خواص بصرية وتماسكية ومغناطيسية وغيرها .**
- أولاً : **الخواص البصرية Optical Properties (عدها 5 خواص) هي :**
- ❖ **الخواص البصرية : هي الخواص التي تعتمد على تفاعل المعدن مع الضوء الساقط عليه والمنعكس منه .**

## الشرح والأمثلة

## التعريف

## الخاصية

❖ 1- البريق	❖ هو قدرة المعدن على عكس الضوء الساقط عليه .	❖ أ ( بريق فلزى ) : له مظهر الفلزات حيث يعكس المعدن الضوء بدرجة كبيرة فيبدو ساطعاً أو لامعاً ، مثل (الذهب - البيريت - الجالينا) .			
	❖ وينقسم لنوعين : بريق فلزى ، وبريق لافلزى .	❖ ب ( بريق لافلزى ) : لا يشبه بريق الفلزات ويوصف بما يشبه من أمثلة مألوفة مثل			
		❖ 1- بريق زجاجى	❖ 2- بريق لؤلؤى	❖ 3- بريق ماسى	❖ 4- بريق ترابى أو أرضى
	Luster	مثل الكوارتز - الكالسيت .	مثل الفلسپار .	مثل الماس .	أقلها بريقاً ويكون سطحه مطفياً أو غير براق مثل الكاولينيت .

❖ هو طول الموجات الضوئية التي تنعكس من المعدن وتعطى الإحساس باللون .	❖ تنقسم المعادن من حيث اللون إلى معادن متغيرة اللون ومعادن ثابتة اللون :	❖ ( أ ) <b>معادن ثابتة اللون</b> : يعرف باللون الحقيقي أو الأصلي (المتأصل) : مثل
		1- الكبريت أصفر اللون ،
		2- المالاكيت أخضر اللون ويتركب من كربونات النحاس المائية .
		❖ ( ب ) <b>معادن متغيرة اللون</b> : معظم المعادن لونها متغير مثل :

❖ (علل) يعتبر اللون صفة قليلة الأهمية فى التعرف على المعادن رغم أنه أكثر الصفات وضوحاً :					
❖ لأن معظم المعادن لونها متغير نتيجة :					
❖ إحتوائها على نسبة من الشوائب .					
❖ إختلاف تركيبها الكيميائى فى الحدود المسموح بها والتي لا تغير الترتيب الذرى المميز للمعدن .					
❖ 1- الكوارتز الوردى	❖ 2- الكوارتز البنفسجى (الأميثيست)	❖ 3- الكوارتز الأبيض	❖ 4- الكوارتز بلون الدخان الرمادى	❖ 5- الكوارتز النقى	❖ 2- م عدن السفاليرايت (كبريتيد الزنك) لونه أصفر شفاف ويتحول إلى اللون الهنىء بلحلال بعض ذرات الحديد بنسبة قليلة محل بعض ذرات الزنك .
لوجود شوائب من المنجنيز	لإحتوائه على شوائب من أكاسيد الحديد .	بلون الحليب لإحتوائه على شوائب من فقاعات غازية كثيرة .	نتيجة كسر بعض الروابط بين ذرات عناصره بسبب التعرض لطاقة إشعاعية عالية .	يكون شفاف لا لون له ويسمى البللور الصخري تشبيهاً له بالبلور .	
					Colour

❖ يتميز لون المخدش بأنه ثابت في المعادن المتغيرة اللون بتغير نوع أو كمية الشوائب بها ولذلك يمكن الاعتماد عليها في التعرف على المعادن ومن أمثلته :			❖ هو لون مسحوق المعدن ونحصل عليه بحك المعدن فوق قطعة من الخزف غير المصقول	❖ المخدش
المخدش	اللون	المعدن		
ومخدشه أحمر .	رمادي غامق وأحمر	1- معدن الهيماتيت	<b>Streak</b>	
ومخدشه أسود .	لونه ذهبي	2- معدن البيريت		
ومخدشه أبيض .	ألوانه متعددة	3- الكوارتز		

❖ توجد خاصية عرض الألوان فى الأحجار الكريمة التى تستخدم فى الزينة ومن أمثلتها :	❖ هى تغير لون المعدن عند تحريكه أمام عين الإنسان فى الإتجاهات المختلفة .	4- خاصية عرض (تلاعب) الألوان
❖ يتميز بخاصية <b>اللاألة</b> أو خاصية <b>(عين الهر)</b> : وهى تموج بريق المعدن ذو النسيج الأليافى باختلاف إتجاه النظر إليه .	❖ يفرق شعاع الضوء الساقط عليه نتيجة إنكساره إلى اللونين الأحمر والبنفسجى بحيث يعطى بريقاً عالياً فى كل الإتجاهات .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .	❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة
❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .	❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .
❖ مقياس موهس <b>Mohs</b> للصلادة : هو مقياس يحدد الصلادة بطريقة سهلة وسريعة وبقيم عديدة تتراوح درجاته من (1) لأقل المعادن صلادة وهو التلك إلى (10) لأشدها صلادة فى الطبيعة وهو الماس .	❖ مقياس موهس للصلادة	❖ نحددها نسبياً حيث يخدش المعدن الأكثر صلادة المعدن الأقل صلادة عند احتكاكه به .
❖ وهى خاصية سهلة وسريعة التعيين .		

<p><b>2- الانفصام</b></p> <p>♣ هو قابلية المعدن للتشقق على طول امتداد مستويات ضعيفة الترابط نسبياً تنتج عنها سطوح ملساء عند كسر المعدن أو الضغط عليه .</p>	<p>♣ أنواع الانفصام :</p> <p>أ ( انفصام في اتجاه واحد : مثل :</p> <p>1- الميكا : صفائحى جيد حيث ينكسر أو يتشقق مكوناً رقائق أو صفائح رفيعة .</p> <p>2- الجرافيت : قاعدى جيد حيث يكون الانفصام في اتجاه موازى لقاعدة البلورة .</p> <p>ب) انفصام في أكثر من اتجاه : بعض المعادن لها أكثر من مستوى انفصام يمكن وصفها بعدد المستويات والزوايا بينها مثل :</p> <p>1- الهاليت والجالينا : مكعبى .</p> <p>2- الكالسيت : معينى الأوجه .</p> <p>ج) معادن لا تظهر فيها خاصية الانفصام : مثل الكوارتز .</p> <p><b>Cleavage</b></p>
<p><b>3- المكسر</b></p> <p>♣ هو شكل السطح الناتج من كسر المعدن في مستوى غير مستوى الانفصام .</p>	<p>♣ والشكل الناتج من المكسر لا يتبع أى مستويات ويوصف بالمقارنة بأشكال معروفة مثل :</p> <p>أ ( المكسر المحارى : يميز معدن الكوارتز والصوان .</p> <p>ب) المكسر الخشن : غير منتظم السطح .</p> <p>ج) المكسر المسنن : يميز غالبية المعادن فى الطبيعة .</p> <p><b>Fracture</b></p>
<p><b>4- القابلية للطرق والسحب</b></p> <p>♣ خاصية تعبر عن مدى سهولة أو إمكانية تشكيل المعدن بالطرق والسحب إلى رقائق أو أسلاك .</p>	<p>♣ أ ( معادن قابلة للطرق والسحب : مثل الذهب والفضة والنحاس .</p> <p>♣ ب) معادن غير قابلة للطرق والسحب : وفى المقابل تعتبر المعادن قابلة للكسر إذا تفتت عند الطرق عليها .</p> <p><b>Malleability and Ductility</b></p>
<p><b>ثالثاً : خواص أخرى للمعادن ذات قيمة فى التعرف عليها</b></p>	
<p><b>1- الوزن النوعى</b></p> <p>♣ هو النسبة بين كتلة معدن إلى كتلة نفس الحجم من الماء .</p>	<p>♣ تتراوح المعادن بين الخفيفة ومتوسطة الثقل والثقيلة من حيث الوزن النوعى مثال ذلك :</p> <p>1- الجالينا : وزنه النوعى = 7.5</p> <p>2- الذهب : وزنه النوعى = 19.3</p>
<p><b>2- الخواص المغناطيسية</b></p>	<p>♣ من حيث إنجذاب المعادن أو عدم إنجذابها مع المغناطيس مثل : الماجنيتيت والهيماتيت .</p>
<p><b>3- الخواص الحرارية</b></p>	<p>♣ مثل قابلية المعدن للإنصهار ودرجة إنصهاره (مرتفعة أو منخفضة) .</p>
<p><b>4- خواص أخرى</b></p>	<p>♣ هى خواص مساعدة أخرى مثل :</p> <p>1- مذاق المعدن : ملهى مثل الهاليت – أو مذاق مر أو غير ذلك .</p> <p>2- ملمس المعدن .</p> <p>3- الرائحة .</p>
 <p>مكسر محارى</p>  <p>الانفصام مكعبى (معدن الجالينا)</p>  <p>انفصام صفائحى (معدن الميكا)</p>  <p>بريق فلزى</p>  <p>بريق فلزى</p>	

## الباب الثالث : الصخور

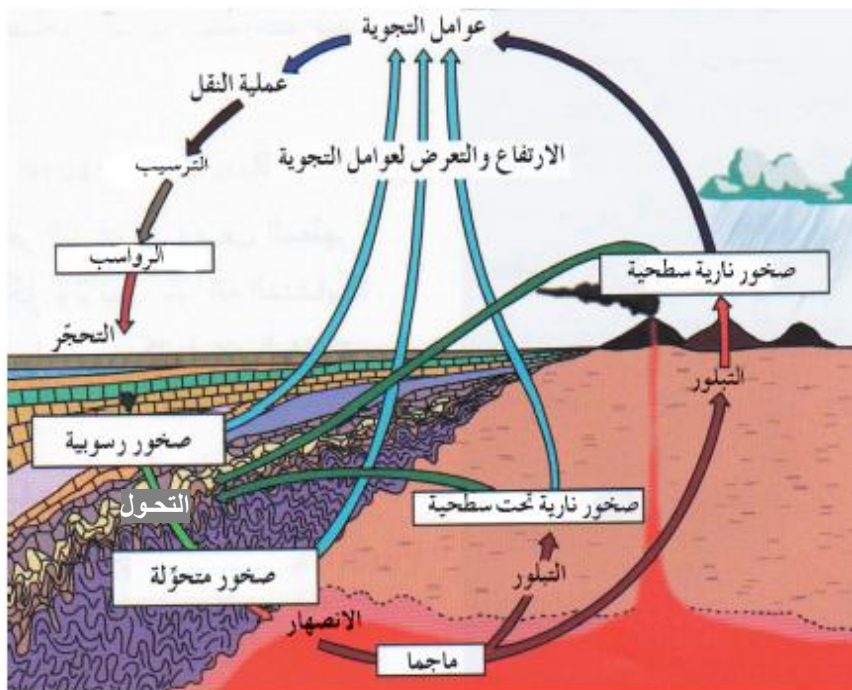
★ القشرة الأرضية : هي الجزء الخارجى الصلب من الكرة الأرضية تتكون من الصخور النارية والرسوبية والمتحولة  
 ★ الصخر : هو جسم طبيعي صلب يتكون غالباً من عدة معادن مجتمعة معاً بنسب مختلفة وأحياناً يتكون من معدن واحد فقط .

★ كل صخر : يتميز بتركيب كيميائى محدد وبالتالي يكون له خواص فيزيائية تميزه عن غيره .

★ أنواع الصخور : تقسم الصخور حسب نشأتها إلى (3) أقسام هي :

وجه المقارنة	الصخور النارية	الصخور الرسوبية	الصخور المتحولة
1- التعريف	★ هي صخور نتجت من تبريد وتبلور المادة المنصهرة عند إنخفاض حرارتها سواء داخل الأرض أو على سطحها . ★ تسمى <b>أم الصخور</b> أو الصخور الأولية لأنها أول صخور تكونت من صخور القشرة الأرضية وجميع الصخور الأخرى ناتجة عنها بفعل العمليات الجيولوجية	★ هي صخور تكونت نتيجة تفتت صخور قديمة نارية ورسوبية ومتحولة بعوامل التجوية ثم نقل الفتات بعوامل نقل طبيعية تم ترسيبها وتماسكها .	★ هي صخور نارية أو رسوبية تأثرت بحرارة شديدة أو ضغط كبير أو ضغط وحرارة معاً فتحولت لصخور ذات صفات جديدة لاتتنمى لأى من النوعين .
2- الشكل	★ كتلية الشكل متبلرة غير مسامية .	★ طباقية الشكل نادرة التبلر مسامية غالباً .	★ ورقية (صفانحية) الشكل أو كتلية متبلرة غير مسامية .
3- الحفريات	★ لا تحتوى على أحافير .	★ تحتوى على أحافير .	★ قد تحتوى على أحافير مشوهة .
4- الأمثلة	★ الجرانيت ، الأنديزيت ، البازلت .	★ الحجر الرملى ، الحجر الطينى ، الحجر الجيرى	★ الرخام ، الشيبست الميكائى .

Mr \ Hassan Metwally



دورة الصخور فى الطبيعة

★ **دورة الصخور** : هي تغير الصخور من نوع لآخر بسبب تأثير الغلافين الجوى والمائى على سطح الأرض وما يحدث بينهما من عمليات جيولوجية .

**العالم الأسكتلندى جيمس هاتون**  
 فى عام 1785 م هو أول من ربط بين أنواع الصخور الثلاثة المعروفة على سطح الأرض وتأثير الغلافين الجوى والمائى وما يحدث بينهما من عمليات جيولوجية تؤدي لتغير الصخور من نوع لآخر فى دورة واحدة تسمى **(دورة الصخور)** .

★ مراحل (خطوات) دورة الصخور : تشمل (7) مراحل موضحة بالترتيب فى الجدول التالى :



## ❖ مراحل دورة الصخور ❖

❖ هى أثر عوامل الجو من أمطار ورياح حيث يتم تفتيت وتحلل الصخور النارية وغيرها من الصخور إلى قطع صغيرة من فئات صخرى . ❖ وتتم هذه العملية بفعل عوامل الجو لذلك تسمى بهذا الإسم وهى نوعان ميكانيكية وكيميائية .	1- عملية التجوية
❖ ينقل الفتات إلى أحواض الترسيب فى المناطق المنخفضة بواسطة عوامل نقل طبيعية من أنهار أو ثلاجات تنحدر على سطوح الجبال بمساعدة الجاذبية الأرضية أو تيارات الهواء فى الصحارى أو تيارات الماء فى البحار ، ❖ فيتعرى سطح جديد لتنشط عملية التجوية .	2- عملية النقل
❖ عندما تضعف قدرة عامل النقل بقلّة الانحدار أو ضعف سرعته يرسب الفتات المنقول ❖ فيتراكم فى المناطق المنخفضة من السطح ( قاع البحر أو المحيط ) فى صورة طبقات أفقية تزداد سمكاً مع تتابع الترسيب .	3- عملية الترسيب
❖ تتأثر الطبقات السفلى بثقل ما يعلوها فتتضاغط حبيباتها وتتلاصق كما تترسب بين حبيباته مادة لاحمة ، ❖ فتتجهر الصخور وتتغير من رواسب مفككة غير متماسكة إلى صخور رسوبية صلبة أو متحجرة .	4- عملية التجهر أو التصلب
❖ تهبط الصخور الرسوبية أو غيرها من الصخور إلى أعماق كبيرة فى باطن الأرض فى مناطق يكون فيها عدم استقرار الطبقة السطحية من الأرض محسوس فتتعرض لدرجات حرارة مرتفعة وضغط متزايد فتتحول تلك الصخور إلى صخور جديدة تسمى صخور متحولة ، ❖ وعادة ما يشمل التغير نوع المعادن ونسيج الصخر بحيث يحدث توازن وملانمة للصخر المتحول مع الظروف الجديدة من حرارة وضغط 0	5- عملية التحول
❖ عندما تتعرض الصخور المتحولة أو أية صخور أخرى إلى زيادة أكبر فى درجات الحرارة والضغط فى العمق تنصهر مكوناتها المعدنية عندما تصل إلى درجة الإنصهار متحولة إلى ماجما .	6- عملية الإنصهار
❖ عندما يخرج الصهير من غرفة الماجما ويتعرض لانخفاض درجة الحرارة يتصلب مكوناً صخور نارية قد تكون جوفية فى باطن الأرض مثل الجرانيت ، ❖ أو يندفع إلى السطح على شكل حمم فى مناطق الثوران البركانى يبرد مكوناً صخوراً نارية بركانية مثل البازلت والأنديزيت . ثم تبدأ الدورة من جديد بتأثير عوامل الجو على أى من الصخور الثلاثة الموجودة على سطح القشرة الأرضية .	7- عملية التبريد والتبلور

❖ لاحظ أن : 1- يتغير أى نوع من الصخور داخل الدورة ويعطى الصخور الرسوبية من خلال العمليات الأربعة

الأولى وهى : التجوية - النقل - الترسيب - التجهر (التصلب) .

2- يتغير أى نوع من الصخور ويعطى الصخور المتحولة من خلال العملية رقم (5) وهى عملية التحول

3- يتغير أى نوع من الصخور ويعطى الصخور النارية من خلال العمليتين (6 - 7) وهما :

الإنصهار - التبريد والتبلور.

## أولاً : الصخور النارية Igneous Rocks

❖ الصخور النارية : تتكون من تبلور الصهير (مصهور الصخر) الذى يطلق عليه المجما أو اللافا ،

❖ الصهير : سائل لزج يتكون أساساً من العناصر الثمانية الموجودة فى معادن السليكات على صورة أيونات

بالإضافة لبعض الغازات وأهمها بخار الماء وتبقى هذه العناصر محبوسة داخل الصهير تحت

الضغط الواقع عليه فى الجزء العلوى من الوشاح والذى يتميز بأن صخوره لدنة مائعة .

❖ تكوين الصخور النارية : (متسلسلة تفاعلات بوين) أوضحت التجارب التى قام بها [العالم بوين] على تفاعل الماجما

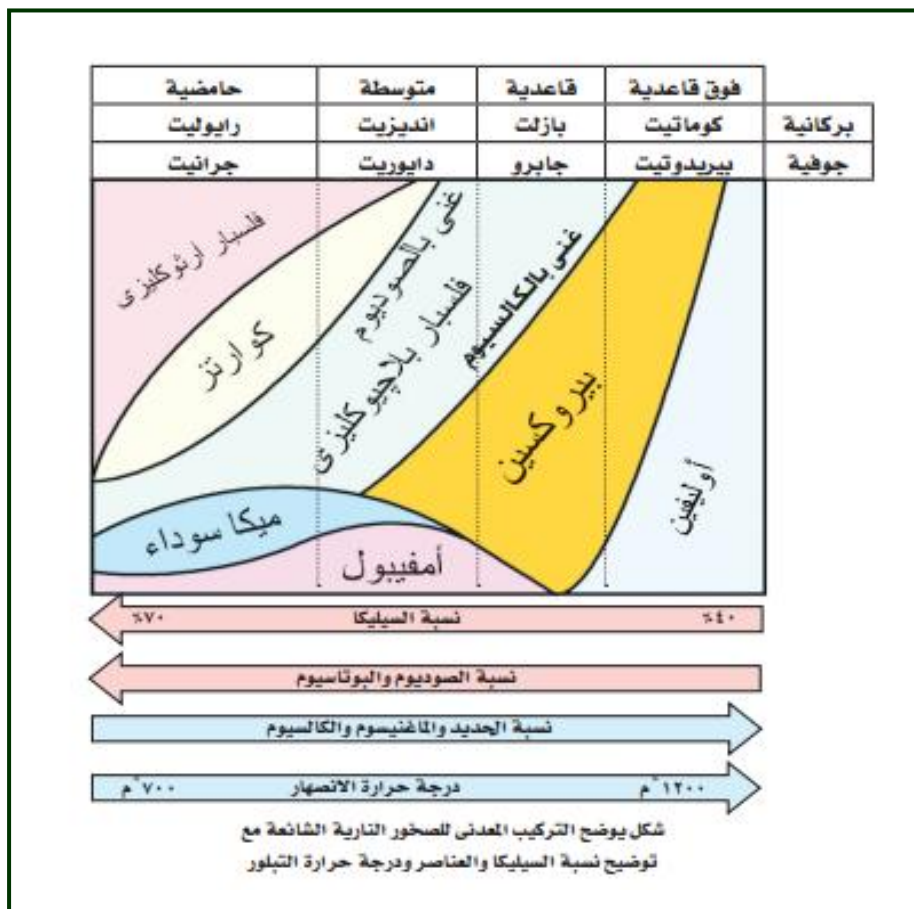
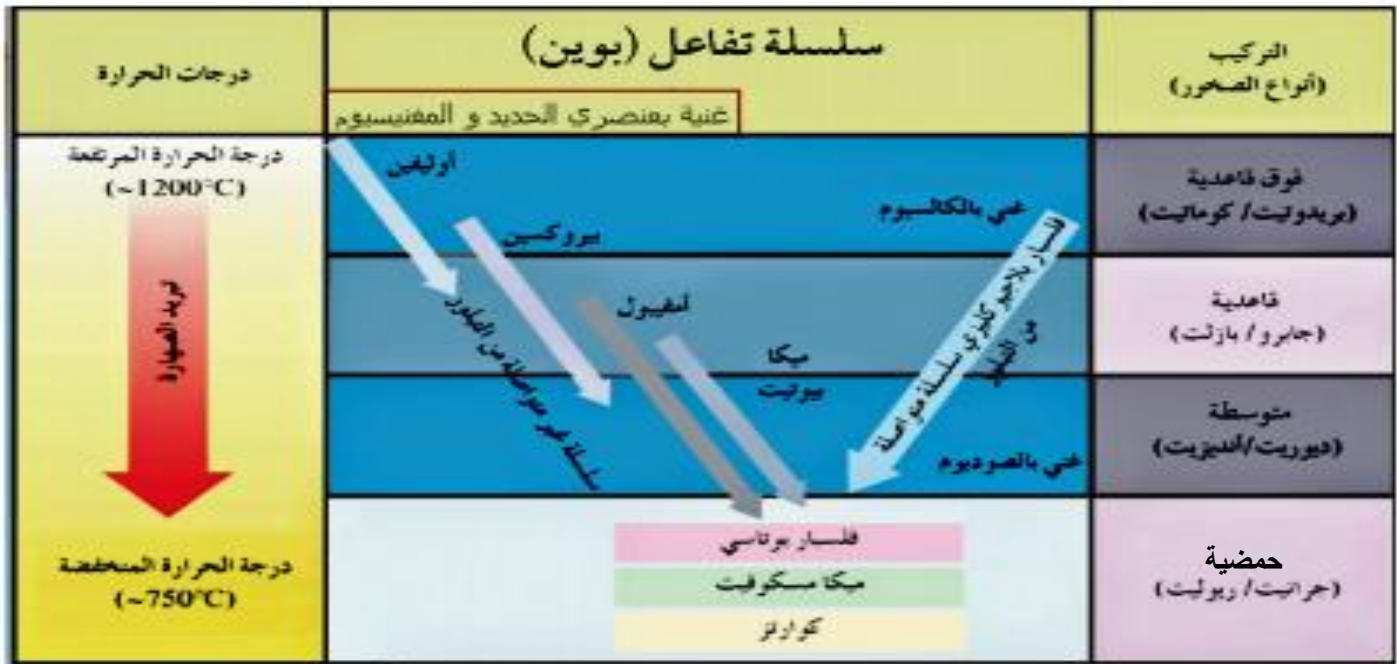
1- أن الماجما عندما تنخفض درجة حرارتها وتبدأ عملية التبلر فإن أول المعادن تبلوراً هى المعادن الغنية بعناصر

الحديد والماغنسيوم والكالسيوم وبذلك نجد أنه :

2- عند تبلور (50%) من الماجما يفقد الجزء المنصهر هذه العناصر الثلاثة تماماً ويصبح غنى بعنصرى

**الصوديوم والبوتاسيوم** كما يزداد محتواه من السليكون حيث يتبلور هذا الجزء في المراحل الأخيرة من التبلور .  
وأطلق بوين على هذا التفاعل متسلسلة تفاعلات بوين الموضحة في الشكل التخطيطي التالي :

### ♣ متسلسلة تفاعلات بوين ♣



### ☆ مكونات

#### متسلسلة تفاعلات بوين:

♣ يتضح في هذا المخطط فرعين :

#### 1- فرع اليمين (التفاعل المتصل) :

تفاعل متصل حيث يتكون فلسبار غنى بالكالسيوم ثم يحل الصوديوم محل الكالسيوم تدريجياً ويتكون فلسبار غنى بالكالسيوم والصوديوم وأخيراً يتكون فلسبار غنى بالصوديوم .

#### 2- فرع اليسار (التفاعل غير المتصل)

يبدأ بالأوليفين أول المعادن تبلوراً ثم البيروكسين ثم الأمفيبول وأخيراً الميكا السوداء (البيوتيت) آخر الفرع .

#### 3- المرحلة الأخيرة للتبلور :

يكون معظم الصهير قد تصلب يحدث تبلور للصهير على هيئة معادن فلسبار البوتاسيوم ثم الميكا البيضاء (المسكوفيت) وأخيراً معدن الكوارتز وهو آخر معادن الصهير تبلوراً .

☆ ونلاحظ أن الصهير عند تبلوره يتكون من (6) مجموعات أو فصائل معدنية مرتبة حسب سرعة تبريدها كما يلي :

- 1- أوليفين (أول المجموعات المعدنية تبلوراً) -2 بيروكسين
- 3- أمفيبول
- 4- فلسبارات (بلاجيوكليزي وأرثوكليزي)
- 5- ميكا (بيوتيت ومسكوفيت) -6 كوارتز (هو آخر المعادن تبلوراً) .

أول المجموعات تبلوراً	←	آخر المعادن تبلوراً
1- أوليفين	2- بيروكسين	3- أمفيبول
4- فلسبارات	5- ميكا	6- كوارتز

### ☆ أسس تقسيم الصخور النارية ☆

♣ يمكن تقسيم الصخور النارية حسب الصفات الآتية :

1- التقسيم على أساس مكان تبلور الصخور : والذي يؤثر على سرعة تبريدها وشكل نسيجها وتنقسم إلى :

( جوفية - متداخلة - بركانية ) .

2- التقسيم على أساس التركيب المعدني للصخور : والذي يعتمد على التركيب الكيميائي وتنقسم إلى :

( فوق قاعدية - قاعدية - متوسطة - حمضية ) .

أولاً : تقسيم الصخور النارية حسب مكان التبلور وشكل النسيج :

وجه المقارنة	صخور نارية جوفية (باطنية)	صخور نارية متداخلة	صخور نارية بركانية (سطحية)
1- الأمثلة	☆ الجرانيت . ☆ الدايوراييت . ☆ الجابرو . ☆ البيريديوتيت .	☆ الدوليرايت . ☆ الميكرودايوراييت . ☆ الميكروجرانيت .	☆ البازلت والأنديزيت والكوماتيت : يكون نسيجها زجاجي أو دقيق التبلور ☆ الرايوليت : نسيجه دقيق التبلور بلوراته مجهرية كثيرة العدد لا ترى بالعين المجردة . ☆ الأوبسيديان : نسيجه زجاجي عديم التبلور . ☆ البيوميس : نسيجه فقاعي بسبب وجود فقاعات غازية أثناء التبلور .
2- مكان التكوين	☆ باطن الأرض (جوفها) .	☆ باطن الأرض ☆ وقرب السطح .	☆ قرب السطح ☆ وفوق السطح .
3- نوع النسيج	☆ النسيج خشن بلوراته كبيرة الحجم ترى بالعين المجردة وبها عدد قليل من البلورات كبيرة الحجم .	☆ النسيج بورفيرى : هو بلورات كبيرة الحجم وسط أرضية من بلورات أصغر حجماً لكنها من نفس التركيب المعدني غالباً . ☆ ويتكون عندما يندفع الصهير في اتجاه سطح الأرض لكن الظروف المحيطة لم تسمح له بمواصلة السير حتى السطح فيتداخل في الصخور المحيطة به ثم يبرد ويتخذ أشكالاً متعددة .	☆ النسيج دقيق أو زجاجي أو فقاعي سلسلة الخير في الجيولوجيا والعلوم البيئية Mr \ Hassan Metwally 01013527788 01222790671 hassanalashmawy@gmail.com
4- سرعة التبريد (سبب النسيج)	☆ التبريد البطيء في باطن الأرض أو جوفها بعيداً عن السطح يعطى الفرصة لكمية كبيرة من الأيونات لكي تتجمع على مركز التبلور الواحد فيتكون النسيج الخشن .	☆ عندما كان الصهير في باطن الأرض يبرد ببطء فتكونت بلورات كبيرة الحجم وعندما يندفع الصهير في اتجاه سطح الأرض تكونت البلورات الأصغر حجماً بسبب سرعة التبريد في الموقع الجديد فيكون النسيج البورفيرى .	☆ عندما تخرج الحمم البركانية (اللافا) أثناء الثورات البركانية فوق السطح أو بالقرب من سطح الأرض فإن الصهير يبرد بسرعة كبيرة حيث لا يأخذ فرصة كافية للتبلور فيكون النسيج دقيق أو زجاجي غير متبلور أو فقاعي .

## ☆ مفتاح الصخور النارية ☆

نوع الصخر	صخور فوق قاعدية	صخور قاعدية	صخور متوسطة	صخور حمضية
صخور بركانية	كوماتيت	بازلت	أنديزيت	رايوليت – أوبسيديان - بيوميس
صخور متداخلة	-	دوليرايت	ميكرودايوراييت	ميكروجرانيت
صخور جوفية	بيريدوتيت	جابرو	دايوراييت	جرانيت

## ثانياً : تقسيم الصخور النارية حسب التركيب المعدني للصخور :

وجه المقارنة	نارية فوق قاعدية	صخور نارية قاعدية	صخور نارية متوسطة	صخور نارية حمضية
1- الأمثلة	1- الكوماتيت السطحي . 2- البيريدوتيت الجوفي .	1- البازلت وهو أشهر الصخور البركانية إنتشاراً على سطح الأرض ويستخدم في أعمال الرصف. 2- الدوليرايت ذو النسيج البورفيرى . 3- الجابرو الجوفى .	1- الأنديزيت البركانى نسبة لجبال الأنديز وهو أشهرها . 2- الميكرودايوراييت ذو النسيج البورفيرى . 3- الدايوراييت ذو النسيج الخشن . ☆ وهى صخور متوسطة التركيب الكيميائى والمعدنى .	1- الجرانيت ذو النسيج الخشن والمستخدم فى البناء لجماله الطبيعى خاصة بعد تلميعه . 2- الميكروجرانيت ذو النسيج البورفيرى وهو صخر متداخل . 3- الرايوليت وهو بركانى دقيق التبلور . 4- الأوبسيديان زجاجى النسيج . 5- البيوميس الغنى بالفقايع الهوائية لذلك فإنه يتميز بوزن خفيف .
2- نسبة السيليكات	☆ فقيرة فى السيليكات ثقلاً عن (45%)	☆ فقيرة فى السيليكات حيث تتراوح بين (45% - 55%)	☆ نسبة السيليكات تتراوح بين (55% - 66%)	☆ نسبة السيليكات أكثر من (66%)
3- مرحلة التكوين	أول الصخور تكوناً عند تبلور الصهير	☆ تتبلور فى درجة حرارة مرتفعة أكثر من (1100) درجة مئوية .	☆ تتبلور فى درجة حرارة متوسطة	☆ تتبلور فى درجة حرارة منخفضة أقل من (800) درجة مئوية .
4- التركيب المعدنى	☆ لذلك تكون غنية بالمعادن التى تحتوى على الحديد والماغنسيوم والكالسيوم مثل الأوليفين – البيروكسين – الفلسبار البلاجيوكليز الكلسى – وبعض الأمفيبول .	☆ لذلك تكون غنية بالبيروكسين – الفلسبار البلاجيوكليز الكلسى – وبعض الأمفيبول .	☆ لذلك تحتوى على : ☆ الفلسبار البلاجيوكليز - البيروكسين - الأمفيبول - الميكا - الكوارتز - ونسبة من الفلسبار البوتاسى .	☆ لذلك تحتوى على : ☆ الفلسبار البوتاسى والصودى - الميكا - الكوارتز بنسبة (25%) - الأمفيبول .
5- اللون	☆ لذلك يكون لونها أسود غامق	☆ لذلك يكون لونها أسود غامق	☆ لذلك يكون لونها متوسط بين الفاتح والغامق .	☆ لذلك يكون لونها وردي فاتح .



## ☆ الصخور النارية المكافئة ☆

- ❖ هي صخور لها نفس التركيب الكيميائي والمعدني وتختلف في مكان النشأة والنسيج وحجم الحبيبات ومن أمثلتها :
- 1- **كوماتيت** (بركاني زجاجي أو دقيق التبلور) - **بيريدوتيت** (جوفى خشن النسيج) .
  - 2- **بازلت** (بركاني زجاجي أو دقيق التبلور) - **ديوليريت** (متداخل بورفيرى) - **جابر** (جوفى خشن) .
  - 3- **أنديزيت** (بركاني زجاجي أو دقيق التبلور) - **ميكرودايوريت** (متداخل بورفيرى) - **دايوريت** (جوفى خشن) .
  - 4- **جرانيت** (جوفى خشن) و**ميكروجرانيت** (متداخل بورفيرى) و**رايوليت** (سطحي دقيق النسيج) ،  
و**وبسيديان** (زجاجي النسيج) و**بيوميس** (فقاعى النسيج) .

## ☆ البراكين ☆

- ★ **تعريف البركان** : هو فتحة أو شق في القشرة الأرضية تسمح للصخور المنصهرة والغازات المحبوسة معها بالخروج إلى سطح الأرض وتأتي الصخور المنصهرة من خزان الماجما .
- ❖ **خزان الماجما (غرفة الصهارة)** : هي غرف مؤقتة أو تجاويف للماagma توجد على أعماق تحت سطح الأرض .
- ❖ تعتبر الثورات البركانية من أكبر الظواهر المروعة والمفجعة في الطبيعة .
- ★ **أسباب حدوث البراكين وثوراتها** :

تعتبر طاقة الغازات المحبوسة هي القوة الرئيسية لتفجير البراكين ويتضح ذلك

في مناطق إنساس الألواح التكتونية حيث تؤدي إلى حدوث تشققات تنطلق منها هذه البراكين .

- ★ **طريقة تكون جسم البركان** : 1- تندفع صهارة الصخر خلال الشقوق وفي صخور القشرة الأرضية لتصل إلى السطح وتعمل الماجما المتصاعدة على صهر ما يصادفها من صخور .



- 2- وعندما تصل إلى سطح الأرض تسمى **الطفوح البركانية (اللافا)** .

- 3- وعند تعرض اللافا للهواء والضغط الجوى العادى تبرد وتتجمد

لتكون الصخور البركانية وتكون جسم (مخروط) البركان .

- ★ **أجزاء البركان** : يتكون من 3 أجزاء هي : 1- **فوهة البركان** .

- 2- **القنطرة** : التي تندفع من خلالها المواد البركانية إلى الفوهة .

- 3- **المخروط** : يمثل شكل البركان وتوجد به فوهة البركان .

- ★ **أنواع البراكين** : تصنف البراكين إلى (3) أنواع حسب ثورانها :

- 1- **براكين خامدة** : معظم البراكين تصبح خامدة نهائياً بعد ثورانها

حيث تخلو غرف الماجما من الصهير تماماً .

- 2- **براكين مستديمة الثوران** : مثل بركان **سترومبولي** في إيطاليا

الذى يمتد في ثورانه بصفة مستديمة .

- 3- **براكين متقطعة الثوران** : تتور على فترات متقطعة مثل بركان

**فيزوف** بإيطاليا وبركان **أتنا** في جزيرة صقلية .

- ★ **نواتج البراكين** : يخرج من فوهات البراكين أثناء ثورانها ما يلي :

- 1- **اللافا** : مواد معدنية منصهرة تخرج من فوهة البركان وحرارتها 1200°م .

- 2- **غازات وأبخرة** : مثل غاز الأمونيا وكبريتيد الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون وبخار الماء .

- 3- **رماد بركاني** : هو مواد معدنية دقيقة تتطاير مع الغازات والأبخرة وتنتشر في الجو .

- 4- **المقدوفات (القنابل البركانية) والبريشيا البركانية** : وهي تندفع من فوهات البراكين .

- ★ **تأثيرات وفوائد البراكين** : تعتبر من عوامل البناء لصخور القشرة الأرضية لأنها :

- 1- **تضيف ملايين الأطنان** سنوياً من الصخور البركانية لسطح الأرض التي تكون **غطاءات كبيرة** الإمتداد

أو تظهر على شكل **هضاب وجبال بركانية** .

- 2- **ظهور جزر بركانية** جديدة إذا حدث ثوران للبركان تحت سطح الماء في البحار والمحيطات .

- 3- **تكوين تربة خصبة جداً** نتيجة إضافة الرماد البركاني إليها .

- 4- **تكون بحيرات مستديرة** نتيجة تجمع مياه الأمطار في فوهات البراكين الخامدة .

- 5- **تكوين صخور متحولة** نتيجة ملامسة الصهير للصخور المحيطة به (التحول بالتلامس) .



## الأشكال والأوضاع التي تتخذها الصخور النارية في الطبيعة

### أولاً : أشكال الصخور النارية تحت السطحية

- 1- الباثوليث .
- 2- القباب (( لاوليث - لوبوليث )) .
- 3- العروق .
- 4- الجدد .

### ثانياً : أشكال الصخور النارية البركانية

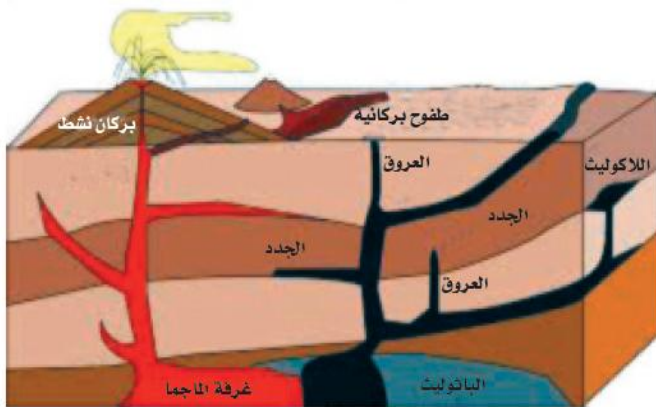
- 1- الطفوح البركانية (( الحبال - الوسائد ))
- 2- المواد النارية الفتاتية :
- (( البريشيا البركانية - الرماد البركاني ))
- 3- المقذوفات (القنابل) البركانية .

## ★ أولاً : أشكال الصخور النارية تحت السطحية ★

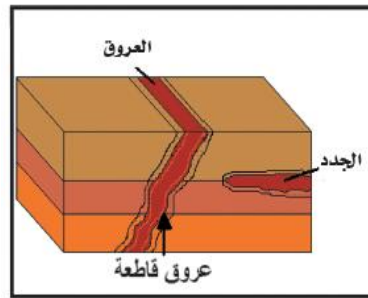
1- الباثوليث	2- القباب	3- العروق	4- الجدد
<ul style="list-style-type: none"> <li>هي أكبر الكتل النارية المعروفة وتمتد مئات الكيلومترات وسمكها عدة كيلومترات .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>تتكون عند صعود الماجما خلال فتحة ضيقة ثم تتجمع بدلاً من إنتشارها أفقياً وهي نوعان :</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>تنتج من تداخل الصخور المحيطة بها بحيث تكون موازية لأسطح الطبقات وغير قاطعة لها .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>تنتج من تداخل الماجما في الصخور المحيطة بها بحيث تكون قاطعة لها .</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>أ ) لاوليث (قباب عادية)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ب ) لوبوليث (قباب مقلوبة - أطباق)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>تكون الماجما قليلة اللزوجة فتسبب إنشاء الصخور أسفلها مكونة لوبوليث أسفل ثنية مقعرة .</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>تكون الماجما عالية اللزوجة فتضغط على ما فوقها من صخر فتنتشئ لأعلى مكونة لاوليث يعلوه ثنية محدبة</li> </ul>			

## ★ ثانياً : أشكال الصخور النارية البركانية السطحية ★

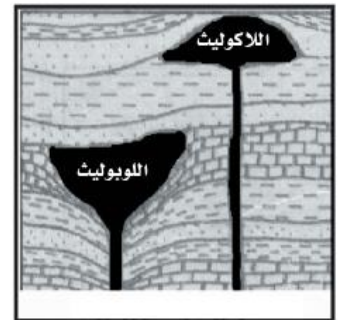
1- الطفوح البركانية	2- المواد النارية الفتاتية	3- المقذوفات (القنابل) البركانية
<ul style="list-style-type: none"> <li>هي اللافا المتصلدة على سطح الأرض ، وتنتج من ثورات البراكين وتأخذ أشكال <u>الحبال أو الوسائد</u> .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>تنتج من تكسير أعناق البراكين ومنها :</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>هي كتل صخرية <u>بيضاوية</u> الشكل تتألف من مواد اللافا عند تجمعها بالقرب من سطح الأرض .</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>البريشيا البركانية</li> <li>الرماد البركاني</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>هي قطع ذات زوايا <u>حادّة</u> تتراكم حول البركان .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>هو حبيبات <u>دقيقة الحجم</u> تحملها الرياح مسافات كبيرة وقد تعبر بها البحار لتسقط في قارة أخرى .</li> </ul>



أشكال الصخور النارية في الطبيعة



العروق والجدد



اللاثوليث و اللوبوليث

## ثانياً : الصخور الرسوبية Sedimentary Rocks

1- تكوينها	☆ تتكون الصخور الرسوبية من ترسيب نواتج عمليات التجوية الصلبة والذائبة بعد نقلها بعوامل النقل الطبيعية إلى أحواض الترسيب فترسبها في طبقات متوازية الواحدة فوق الأخرى .
2- مميزاتها	1- تغطي <u>ثلاثة أرباع</u> سطح الأرض ، ولكنها لا تمثل أكثر من <u>5%</u> بالحجم من صخور القشرة الأرضية <u>(علل)</u> لأنها توجد على شكل طبقات رقيقة نسبياً . 2- <u>أنواعها قليلة</u> بالنسبة للصخور النارية والمتحولة بل فتقسم لعدد محدود جداً تسود <u>ثلاثة</u> أنواع منها هي الصخور الطينية والرملية والجيرية التي تكون حوالى <u>90%</u> من الصخور الرسوبية . 3- للكثير منها <u>أهمية إقتصادية</u> مثل رواسب الحجر الجيري والفوسفات والفحم والحديد والحجر الرملى كما أنها تضم <u>صخوراً طينية</u> يتكون فيها البترول والغاز الطبيعي والكبريت ، وكذلك <u>صخوراً مسامية</u> مثل الرمل والحجر الرملى والحجر الجيري التي <u>يختزن</u> فيها النفط والغاز والمياه الجوفية .
3- تقسيمها	☆ التقسيم الشائع للصخور الرسوبية : تقسم حسب طريقة تكوينها إلى ثلاثة أنواع : <u>فتاتية</u> - <u>كيميائية</u> - <u>عضوية</u> و <u>بيوكيميائية</u> .

## ☆ أولاً : الصخور الرسوبية الفتاتية ☆

☆ أساس تقسيم الصخور الرسوبية الفتاتية : تقسم الصخور الرسوبية الفتاتية حسب الحجم السائد لمكوناتها الصلبة إلى (3) أنواع هي :

1- رواسب الزلط	2- رواسب الرمل	3- الرواسب الطينية
☆ <u>الزلط</u> : فتات مستدير في حجم الحصى والجلاميد <u>يزيد</u> قطر مكوناتها عن (2) ملليمتر .	☆ <u>الرمل</u> : يتراوح قطر حبيباته بين (2 ملليمتر و 62 ميكرون) (الميكرون = 1/1000 مم)	☆ <u>الطين</u> : فتات له حجمين هما : ♣ <u>حجم الغرين (62 - 4 ميكرون)</u> ♣ <u>حجم الصلصال (أقل من 4 ميكرون)</u> ♣ وعادة ما يختلط الغرين والصلصال ليكونا رواسب الطين مثل أغلب تربة مصر الزراعية .
☆ <u>الصخر المتحجر للزلط</u> نوعان هما : ☆ <u>الكونجلوميرات</u> : حبيبات <u>مستديرة</u> متماسكة بمادة لاحمة ومتحجرة يزيد قطرها عن (2) ملليمتر . ☆ <u>البريشيا</u> : حبيبات ذات <u>حواف حادة</u> متحجرة يزيد قطرها عن (2) ملليمتر ، وهو صخر شائع الإستعمال فى أعمال <u>زينة الجدران</u> .	☆ <u>الصخر المتحجر للرمل</u> يعرف بإسم <u>الحجر الرملى</u> ☆ ومن هذه الرواسب <u>الكتبان الرملية</u> فى الصحارى .	☆ <u>الصخر المتحجر للطين</u> نوعان هما 1- <u>الصخور الطينية</u> : تنتج من تحجر رواسب الطين . 2- <u>الطفل (الطين الصفحى)</u> : ينتج من تضاعف مكونات الصخور الطينية وتماسكها فتظهر فيها خاصية التورق أو التصفح .

## ★ ثانياً : الصخور الرسوبية الكيميائية ★

★ **تكوينها** : تتكون نتيجة ترسب الأملاح الذائبة في الماء عند تبخر الماء وزيادة تركيز الأملاح أو نتيجة التفاعلات الكيميائية . وتقسّم إلى :

1- صخور الكربونات	2- صخور سيليكاتية	3- صخور متبخرات	4- أنواع أخرى
★ مثل : <b>الحجر الجيري</b> (صواعد - هوابط) <b>والدولوميت</b>	★ مثل : <b>صخر الصوان</b> الغامق والفاتح .	★ هي صخور تترسب نتيجة تبخر المياه من بحيرات مقفولة أو شبه مقفولة أو في السبخات الساحلية ، وقد استغل الإنسان هذه الظاهرة في استخراج ملح الطعام من مياه البحر بتبخيرها <b>صناعياً</b> في الملاحات (الملح الصخري) ومن أمثلتها ما يأتي : 1- <b>الجبس</b> (كبريتات الكالسيوم المائية) . 2- <b>الأنهيدريت</b> (كبريتات كالسيوم لامائية) . 3- <b>ملح الطعام الصخري</b> وهو معدن الهاليت أو (كلوريد الصوديوم) .	★ مثل : بعض <b>خامات الحديد الرسوبية</b> : ومن أشهر أمثلته في مصر <b>حديد أسوان البطروخي</b> الذي يتكون من <b>أكسيد الحديد الأحمر</b> (الهيماتيت) .

## ★ ثالثاً : الصخور الرسوبية العضوية والبيوكيميائية ★

★ هي صخور تشترك الكائنات الحية في تكوينها ومن أمثلتها :

1- الحجر الجيري	2- الفوسفات
★ هو صخر رسوبي <b>عضوي</b> يتكون من بقايا الأجزاء الصلبة من الهيكل الداخلي أو الخارجي للأحياء البحرية بعد موتها حيث تبني هياكلها من <b>كربونات الكالسيوم</b> التي تستخلصها من ماء البحر ، ★ وصخور الحجر الجيري غنية <b>بالحفريات</b> أي الأجزاء الصلبة للأحياء البحرية مثل : 1- <b>فقاريات</b> : كالأسماك وغيرها . 2- <b>لافقاريات</b> : مثل المحار والشعاب المرجانية . 3- <b>أحياء دقيقة الحجم</b> : مثل الفورامنيفرا . 4- <b>نباتات</b> : مثل الطحالب ذات الأصل العضوي .	★ هي صخر <b>بيوكيميائي</b> يحتوي على <b>بقايا حفرية</b> لحيوانات بحرية فقارية تحتوي على الفوسفات بالإضافة إلى مكونات معدنية <b>فوسفاتية</b> تزيد من تركيز نسبة الفوسفات في الصخور البيوكيميائية .

## ★ مصادر الطاقة في الصخور الرسوبية العضوية والبيوكيميائية ★

تشمل الفحم - النفط والغاز - الكيروجين موضحة فيما يلي :
1- <b>الفحم</b> : هو صخر رسوبي عضوي ذو قيمة اقتصادية تكون نتيجة دفن <b>مواد نباتية</b> في باطن الأرض بعيداً عن الأكسجين لمدة طويلة حتى تفقد الأنسجة النباتية المواد الطيارة ويتركز الكربون مكوناً الفحم . ★ ويتم ذلك عادة في مناطق <b>المستنقعات</b> خلف دلتات الأنهار (علل) : لأن الظروف ملائمة للطمر (الدفن) السريع للبقايا النباتية بمعزل عن الهواء .
2- <b>النفط والغاز</b> : لا يعتبر النفط والغاز من الرواسب ولكنهما يتكونان ويختزان في الصخور الرسوبية . وهما عبارة عن <b>مواد هيدروكربونية</b> (هيدروجين وكربون) تكونت من تحلل البقايا الحيوانية والنباتية البحرية الدقيقة بمعزل عن الهواء بعد ترسيبها مع الصخور الطينية التي تعرف بـ : ♣ <b>صخور المصدر</b> : هي صخور رسوبية <b>طينية</b> يتم فيها نضج المواد الهيدروكربونية عند عمق (2 - 4) كم في باطن الأرض ودرجة حرارة من (70 - 100) درجة مئوية حيث تتحول إلى الحالة السائلة والغازية للهيدروكربون ♣ <b>صخور الخزان</b> : هي صخور رسوبية <b>مسامية</b> مثل <b>الرمال والحجر الرملي والحجر الجيري</b> أحياناً ويختزن فيها النفط والغاز بعد تكوينها في صخور المصدر ثم هجرتها لصخور الخزان .

- 3- **الطفل النفطي** : هو صخر طيني غنى بالمواد الهيدروكربونية أغلبها من أصل نباتي توجد في حالة شمعية صلبة تعرف باسم **الكيروجين** تتحول إلى مواد نفطية عند تسخين الصخر لدرجة (480) درجة مئوية تقريباً .  
 ☆ الكيروجين مصدر هام للطاقة في المستقبل حيث لا يستغل حالياً ولكنه يبقى كاحتياطي لحين نفاذ كميات البترول من الأرض ولن يبدأ إستغلاله كوقود قبل أن يصبح سعر إنتاجه منافساً لسعر النفط .

### ثالثاً : الصخور المتحولة Metamorphic Rocks

1- تكوينها	☆ يتحول الصخر أى يتغير إلى هيئة أخرى إذا تعرض لظروف <b>ارتفاع في الحرارة والضغط</b> بحيث يصبح في حاجة إلى إعادة توازنه وتبلوره ليتلاءم مع هذه الظروف وبالتالي فإن : ☆ أى صخر سواء كان نارياً أو رسوبياً أو حتى متحولاً يكون عرضة للتحويل تحت ظروف ارتفاع الحرارة والضغط في باطن الأرض .
2- مظاهر التحول	☆ <b>مظاهر التحول في الصخور المتحولة</b> : 1- تتغير معادن الصخر لمعادن جديدة أحياناً . 2- يصبح نسيج الصخر أكثر تبلوراً 3- أو تترتب معادنه في اتجاهات عمودية على اتجاه تأثير الضغط الواقع عليها أثناء نموها .
3- أسباب وأماكن التحول	☆ 1- يحدث التحول عادة أثناء الحركات البانية للجبال . 2- أو عندما تكون الصخور ملاصقة أو ملاصقة لكتلة من الصهير في درجة حرارة عالية . 3- كما يحدث التحول بدرجة أقل على مستويات الصدوع حيث تتحرك كتلتان من الصخور فيحدث الاحتكاك بينهما إرتفاعاً في درجة الحرارة .

### ☆ أنواع الصخور المتحولة ☆

1- صخور متحولة كتلية	2- صخور متحولة متورقة
1- نشأت من تحول الصخور تحت تأثير <b>الحرارة</b> عند ملاصقة أو ملاصقة للصخر لكتلة من الصهير ويقل تأثير التحول تدريجياً كلما إبتعدنا عن منطقة التلامس ، 2- يحدث زيادة في <b>حجم البلورات</b> مكونة <b>نسيج حبيبي</b> . 3- <b>الأمثلة</b> : أ ( <b>الرخام</b> ) : ينتج من تعرض <b>الحجر الجيري</b> لحرارة شديدة في باطن الأرض حيث تتلاحم بلورات الكالسيت وتتداخل مما يزيد من صلابة الرخام وقوة تماسكه . ☆ كثير من أنواع الرخام ذات <b>ألوان وتعرق متغير</b> بسبب إحتوائه على أنواع من الشوائب تجعل إستخدامه كواحد من <b>أحجار الزينة</b> أمراً مستحباً . ب ( <b>الكوارتزيت</b> ) : ينتج من تحول الكوارتز في <b>الصخور الرملية</b> عند تعرضها للحرارة الشديدة .	1- نشأت من تحول الصخور تحت تأثير <b>الحرارة والضغط</b> ، 2- حيث تترتب البلورات التي نمت تحت تأثير الحرارة في اتجاهات محددة وتكون على هيئة رقائق أو صفائح متعامدة على اتجاه الضغط مكونة <b>نسيج متورق</b> . 3- <b>الأمثلة</b> : أ ( <b>الإردواز</b> ) : ينتج من تحول صخور الطفل تحت ضغط مرتفع وحرارة منخفضة نسبياً أقل من (200) درجة مئوية ويستخدم في <b>أعمال البناء</b> . ب ( <b>الشيسيت</b> ) : وهو أنواع أهمها <b>الشيسيت الميكاني</b> : الذي تظهر فيه <b>خاصية التورق</b> : نتيجة ترتيب بلورات <b>الميكاني</b> في الصخر الطيني بعد نمو البلورات بتأثير إرتفاع الحرارة ويكون في اتجاه عمودي على اتجاه الضغط لتقليل تأثيره . ☆ ويتكون الشيسيت الميكاني من صفائح رقيقة متشابهة في تركيبها المعدني <b>متصلة غير متقطعة</b> . ج ( <b>النيس</b> ) : ينتج من تعرض <b>الجرانيت</b> للحرارة والضغط وتترتب بلورات معادنه في : <b>صفوف متوازية ومتقطعة</b> . س : ما وجه الشبه والخلاف النيس والشيسيت الميكاني ؟

## الباب الرابع : الحركات الأرضية والإنجراف القارى

## أولاً : البيئة والتوازن بين الأنشطة الجيولوجية :

★ أسباب تباين الظروف البيئية على مدار الزمن الجيولوجى :

- 1- تفاوت مساحة اليابسة إلى الماء .
- 2- اختلاف التضاريس .
- 3- انتقال المناطق المناخية من مداراتها نتيجة لזحرحة قطبى الأرض .

★ تأثير تباين الظروف البيئية :

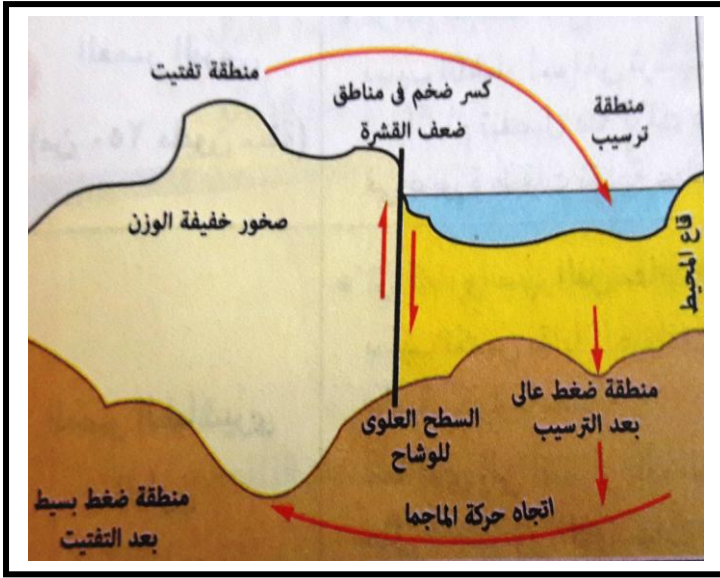
- 1- تتأثر المجموعة الحياتية سواء كانت حيوانية أو نباتية فتحدث هجرة وتتكدس فى أماكن ونادرة فى أماكن أخرى .
- 2- يصاحب تغير البيئة حدوث تغيرات وراثية تؤدي لظهور أنواع متطورة أكثر تكيفاً مع الظروف الجديدة .

## ♣ أمثلة الملاءمة البيئية للكائنات الحية ♣

المثال والعصر	الظروف البيئية الملائمة له والنتائج المترتبة عليه
1- كثافة وإزدهار الغطاء النباتى فى العصر الكربونى ( من 300 مليون سنة )	♣ أسباب ازدهار الغطاء النباتى وزيادة كثافته فى العصر الكربونى : 1- ظروف مناخية دافئة رطبة 2- سهول منبسطة ذات تربة غنية بالعناصر اللازمة لغذاء النبات . ♣ النتائج المترتبة : تراكم المواد العضوية النباتية بكميات كبيرة ، ثم تحولت هذه البقايا النباتية وكونت طبقات الفحم تتفاوت جودته حسب درجة تحولها ، ♣ مثال ذلك : فحم منطقة بدعة وثورا جنوب غرب سيناء .
2- تراكم طبقات الملح الصخرى وسط أوروبا فى العصر البرمى ( من 250 مليون سنة )	♣ أسباب تراكم طبقات الملح الصخرى فى وسط أوروبا فى العصر البرمى : إنتشار أحواض ترسيب ذات إمتداد كبير (واسعة) وعمق قليل تتصل بماء المحيط أحياناً وتتفصل عنه لمرات عديدة . ♣ النتائج المترتبة : تركزت الأملاح وترسبت فى صورة طبقات من الملح الصخرى نتيجة عمليات البحر بسبب إرتفاع درجات الحرارة .
3- تراكم رواسب الفوسفات شمال أفريقيا فى العصر الطباشيرى العلوى ( من 90 مليون سنة )	♣ من أمثلة تكدس الكائنات فى ظروف معينة تراكم رواسب الفوسفات بسبب وجود : 1- بيئة بحرية ضحلة . 2- حيوانات فقارية بحرية . 3- حرارة معتدلة . 4- ملوحة عادية . ♣ النتائج المترتبة : إنتشار رواسب الفوسفات ذات القيمة الإقتصادية فى شمال أفريقيا ♣ مثال ذلك : رواسب الفوسفات فى مصر فى سفاجا والقصور قرب ساحل البحر الأحمر - والسباعية فى وادى النيل - وأبو طرطور فى الوادى الجديد .
4- تغير الظروف البيئية فى العصر الجليدى (من مليون سنة مضت)	1- الفترات الجليدية (الفترات المطيرة) : تقدم فيها الغطاء الجليدى إلى الجنوب فى نصف الكرة الشمالى وصاحب ذلك سقوط أمطار غزيرة بالمناطق الجنوبية من نصف الكرة الشمالى وإرتفاع البحر وإزدهار وكثافة الغطاء النباتى وتكاثر المجموعة الحيوانية التى تتغذى عليه . 2- الفترات بين الجليدية (الفترات الجافة) : تراجع فيها الغطاء الجليدى شمالاً بنفس المناطق السابقة وقلت الأمطار وانخفض فيها البحر وتدهور الغطاء النباتى وتضاؤل المجموعة الحيوانية التى تتغذى عليه . ♣ النتائج المترتبة : إستمرت تلك الدورات منذ بداية العصر الجليدى وانتهت منذ أكثر من (20) ألف سنة مضت نمت التربة خلالها خاصة فى المناطق الشمالية من الصحراء الكبرى فى أفريقيا وكونت مزارع وفيرة الإنتاج لخير ورفاهية الجنس البشرى .



## ☆ التوازن الأيزوستاتيكي وعلاقته ببعض الكوارث الطبيعية ☆



توازن القشرة الأرضية

☆ أثبتت الدراسات الجيوفيزيائية التي أجراها البروفيسور (إيرى) أن :

♣ سلاسل الجبال المنتشرة بالقشرة الأرضية في حالة توازن مع ما يجاورها من سهول ومنخفضات بسبب :

- 1- تتكون الجبال من صخور خفيفة الوزن نسبياً بكثافة متوسطة تقدر بحوالي (2,8) جم / سم<sup>3</sup> .
- 2- توجد جذور (Root) لهذه الجبال تغوص في صخور الوشاح العالية الكثافة تحتها لمسافة تصل إلى (4) أمثال إرتفاع هذه الجبال .

♣ وهذه الحالة من التوازن تتفق مع العديد من الظواهر الجيولوجية التي نشاهدها نتيجة لعوامل التعرية المختلفة و حدوث بعض الزلازل المدمرة بالنطاقات المحصورة بين سلاسل الجبال والمنخفضات التي حولها .

## ☆ كيفية حدوث التوازن في القشرة الأرضية

- 1- عوامل التعرية تفتت الصخور في قمم الهضاب والجبال وينقل الفتات بعيداً مما يترتب عليه خفة وزن الجبال ونقص ضغطها المؤثر على الطبقات الصخرية أسفلها ، في حين يزداد الضغط بالمناطق التي نقلت إليها المواد المفتتة نتيجة عملية الترسيب .
- 2- فيحدث سريان تدريجي للمواد الخفيفة من الصخور المائعة (الصهارة) والغنية بمعادن الفلسبار والكوارتز المكونة للجرانيت أعلى نطاق الوشاح من أسفل منطقة الترسيب إلى قاع منطقة التفتيت ، وبذلك ترتفع الجبال والهضاب وتستعيد القشرة توازنها من جديد .

## ☆ مثال على توازن القشرة الأرضية : تدفق نهر النيل قبل عام 1964 م ( آخر فيضان شهده النهر )

أ ( كان النهر يجلب معه مايزيد على (100) مليون طن سنوياً من الرمال والغرين والطين أثناء فيضانه في أغسطس وسبتمبر وكون الدلتا عبر ملايين السنين من خلال (7) أفرع له في الماضي أختزلت لفرعيه الرئيسيين الحاليين وهما دمياط ورشيد .

ب) ونتيجة لهذه الكميات الهائلة من الرواسب وثقلها الفائق وضغطها المتزايد بمنطقة الدلتا وشمالاً فيما يسمى بمخروط الدلتا الذي يمتد لأكثر من (10) كيلومتر داخل البحر المتوسط وإستمرار ترسيبها حالياً جنوب السد العالي بأسوان فإن :

ج) الصخور المائعة (الصهارة) تنساب تدريجياً في إتجاه الجنوب لتعوض ما نقل من الرواسب من هضاب الحبشة وأفريقيا الإستوائية لتبقى القشرة الأرضية في حالة إتزان وإستقرار .

## ♣ الحركات الأرضية وأثرها على الصخور ♣

♣ تعرضت الأرض خلال تاريخها الطويل منذ نشأتها (4600 مليون سنة مضت) للعديد من الحركات المختلفة أدت إلى :

- 1- تغيير أشكال وأوضاع كتل اليابسة
- 2- تغيير مساحات البحار والمحيطات خلال الأزمنة الجيولوجية المختلفة .
- 3- التأثير على نمط الحياة التي سادت وازدهرت خلال الأزمنة الجيولوجية المختلفة .

### الشواهد التي تعكس حدوث حركات أرضية

- 1- وجود صخور رسوبية من أصل بحري تراكتت تحت سطح البحر ووجودها الآن في أعلى قمم الجبال والهضاب الصخرية كما في جبال الهيمالايا (في قمة إفرست على إرتفاع 8840 متر) من سطح البحر وكذلك وجودها في قاع البحر الميت (762 متر تحت سطح البحر) .
- 2- وجود طبقات الفحم على أعماق كبيرة تحت مستوى سطح البحر وهي في الأصل بقايا نباتية نمت وازدهرت على سطح الأرض أعلى من منسوب سطح البحر .
- 3- وجود طبقات الفوسفات أعلى بكثير من مستوى سطح البحر وهي في الأصل بقايا حيوانات فقارية كانت تعيش في بيئة بحرية ضحلة .
- 4- وجود الشعاب المرجانية في أماكن مرتفعة فوق سطح البحر وهي كانت ومازالت تنمو على هيئة مستعمرات على الرصيف القاري في المنطقة الساحلية في بيئة بحرية دافئة ذات طاقة عالية - ومياه صافية - وملوحة مرتفعة - وإضاءة شديدة - وغنية بالمواد العضوية
- 5- ومن الأمثلة الحديثة لهبوط الأرض (الشواهد الحديثة للحركات الأرضية) وجود بقايا بعض المعابد الرومانية غارقة بمياه البحر بالإسكندرية وكذلك وجود العديد من القرى ومراكز المراقبة الساحلية بشمال الدلتا وقد غمرتها مياه البحر .

### ❖ مقارنة بين الحركات البانية للقارات والحركات البانية للجبال ❖

الحركات البانية للجبال	الحركات البانية للقارات
1- حركات سريعة مقارنة بالحركات البانية للقارات .	1- حركات بطيئة تستمر لأزمنة جيولوجية متعاقبة .
2- تؤثر على شكل الطبقات بالطى العنيف والخسف الشديد بفوالق قليلة الميل ذات إزاحة جانبية كبيرة .	2- لا تؤثر على شكل الطبقات حيث لا يحدث طى عنيف أو تصدع .
3- تؤثر على نطق ضيقة تمتد لمسافات طويلة على صخور القشرة حيث تتراكم الرواسب فوق بعضها في حيز محدود بعد أن كانت منبسطة على مساحات شاسعة .	3- تؤثر على أجزاء كبيرة من القارة أو قاع البحر وتؤدي لإرتفاع أو هبوط الصخور الرسوبية دون أن تشكلها بالطى العنيف أو التصدع إنما تظهر الطبقات أفقية أو في صورة طيات منبسطة فوق سطح البحر .
4- ينتج عنها سلاسل من الجبال ذات إمتداد إقليمي .	4- تلعب دوراً مهماً في توزيع وعلاقة القارات والمحيطات في الأزمنة الجيولوجية المختلفة .
5- تنشط الصحارة بسبب تشوه صخور القشرة بالفوالق السحيقة .	5- لا تنشط الصحارة أثناء الحركات البانية للقارات .
6- الأمثلة : ♣ سلاسل جبال أطلس شمال أفريقيا في تونس والجزائر والمغرب . ♣ سلاسل جبال الألب وسط أوروبا في فرنسا - سويسرا - إيطاليا - النمسا - المجر . ♣ سلاسل جبال الهيمالايا شمال الهند . ♣ سلاسل الجبال الممتدة شمال مصر من جبل قبة المغارة شمال سيناء إلى الواحات البحرية بالصحراء الغربية مروراً بمناطق شبراويت جنوب الإسماعيلية وأبو رواش غرب القاهرة .	6- مثال : نشأة الإخدود العظيم لنهر كلورادو بأمريكا الشمالية حيث تظهر الرواسب البحرية على جدارى الإخدود على إرتفاع (1580) متر فوق سطح البحر بصورة أفقية كما كانت في حالتها الأولى عند الترسيب ، وهذا يعنى أن مساحة كبيرة من سطح الأرض إرتفعت بقدر كبير دون أن تتعرض لأى تشوه خلال عملية الرفع التي إستمرت بشكل بطيء وتدرجى لفترة زمنية طويلة .

### ❖ لاحظ أن :

- ♣ الحركات البانية للجبال Orogenic Movements مشتقة من الأصل اللاتينى Oros = Mountain .
- ♣ الحركات البانية للقارات Eperiogenic Movements مشتقة من الأصل اللاتينى Epeiros = Continent .

### ☆ تأثير الحركات البانية للحبال على نشاط الصهارة :

- 1- تنشط الصهارة أثناء هذه الحركات بسبب تشوه الصخور وتصدع من الأعماق عبر الفوالق السحيقة الناتجة من الطي والتصدع .
- 2- ثم تبرد وتتجمد مكونة صخور **نارية متداخلة** بين طبقات الصخور السطحية أو قاطعة لها .
- 3- وقد يستمر إندفاعها وتصدع لسطح الأرض مكونة براكين تقذف بحمما وغازاتها مكونة **المخاريط البركانية** دقيقة التبلور .
- 4- وقد تنساب **اللافا** حاملة معها ما يعترضها من كتل الصخور حتى تبرد وتستقر بالمناطق المنخفضة حول المخروط البركاني .

### ❁ ثانياً : حركة القارات ونظرية الألواح التكتونية :

#### ♣ نظرية الانجراف القارى

❁ تقدم بها عالم الأرصاد الألماني **ألفريد فيجنر** عام (1922) م وتنص على أن :  
 " القارات جميعها كانت منذ القدم كتلة واحدة عملاقة تسمى **أم القارات (بانجيا Pangaea)** مكونة من صخور السيل الجرانيتية فوق صخور السيمى البازلتية وبدأت فى الانفصال إلى أجزاء متباعدة عن بعضها منذ حقب الحياة المتوسطة من (220) مليون سنة إلى أن أخذت أوضاعها الحالية أثناء زمن البليستوسين :

#### ❁ مقارنة بين السيل والسيما

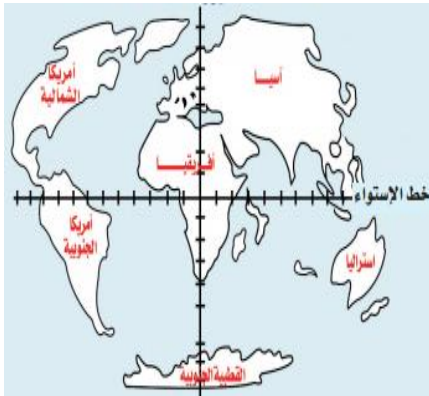
صخور السيل	صخور السيل
1- صخور السيمى البازلتية تكون قيعان المحيطات وتمتد لأعماق كبيرة تحت القارات خلال حقب الحياة القديمة (تكون الألواح المحيطية) .	1- صخور السيل الجرانيتية سائدة فى جسم القارات (تكون الألواح القارية) .
2- تتكون من السيليكات حوالى (45 %) والماغنسيوم .	2- تكون غنية بمادة السيليكات حوالى (70 %) والألومنيوم .

#### ❁ تفسير فيجنر للانجراف ( الزحف ) القارى :

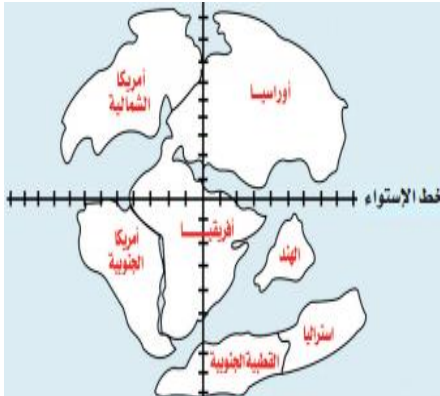
نسب فيجنر الزحف القارى إلى التيارات الناقلة للحرارة فى السيمى والتي لها قدرة هائلة على تجعد القشرة وتصدعها مما سبب إختلافاً كبيراً فى تضاريس السطح خاصة على حواف القارات الكبيرة مثل أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية وأفريقيا وأستراليا حيث إرتفعت سلاسل الجبال بفعل الزحزحة أو الانجراف القارى .

#### ❁ الأشياء التى لفتت نظر العديد من العلماء وأوعزت لفيجنر بالتقدم بنظريته

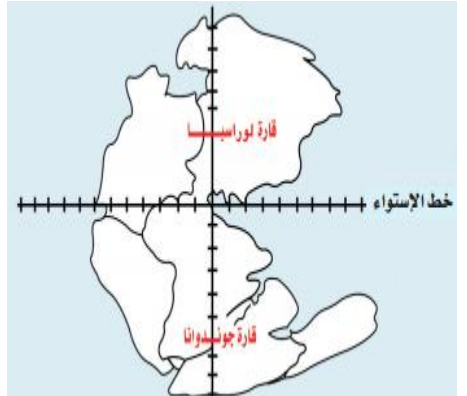
- 1- التشابه العجيب بين صخور القارات المختلفة وبقياء الحياة القديمة عليها .
- 2- التشابه الكبير بين تعرجات الشاطئ الشرقى لشمال وجنوب أمريكا وتعرجات الشاطئ الغربى لأوروبا وأفريقيا كما لو كانا قطعة واحدة وتمزقت .



اليوم



100 ( مليون سنة مضت )



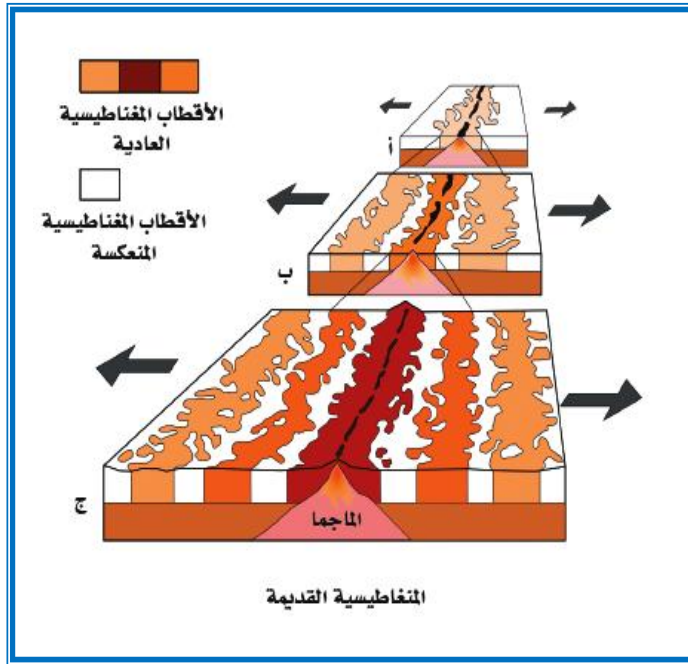
200 ( مليون سنة مضت )

نظرية حركة القارات (الانجراف القارى) Mr \ Hassan Metwally

## ☆ الشواهد المؤيدة لنظرية الانجراف القارى ☆

❖ عندما أفصح فيجنر عن نظريته ثار جدل حولها لمدة تزيد عن (50) عاماً إلا أن الأمثلة والحجج والبراهين التي ساقها هدأت من عنف معارضيهِ ودعمت نظريته كما يأتي (5) أدلة :

**أولاً : المغناطيسية القديمة :** هي مغناطيسية الصخور التي تحتوى على معادن قابلة للمغنطة مثل أكاسيد الحديد والتي تتأثر بالمجال المغناطيسى للأرض أثناء تكون تلك الصخور .



1- بعض المعادن المغناطيسية فى الصخور تظهر تشابهاً فى إتجاه وشدة المجال المغناطيسى عند تكوينها وتعطى شواهد على سلوك المجال المغناطيسى للأرض فى العصور المختلفة .

2- من دراسة زاوية إنحراف الإبرة المغناطيسية وجد أن مقدار إنحرافها عند القطب (90°) وعند خط الإستواء (صفر°) وبذلك يمكن تحديد الموقع الأصلي للصخر أثناء تكونه إذا كان فى موقع مختلف عن موضعه الأصلي .

❖ **مثال :** وجود صخر ذو زاوية إنحراف مغناطيسى (20°) قرب القطب الشمالى يدل على زحزحة كتلة الصخر عن موقعها الأصلي مما يؤكد نظرية الانجراف القارى .

3- ويتضح ذلك أيضاً عند دراسة حيد وسط المحيط حيث تتماثل الأشرطة المغناطيسية وتغيراتها على جانبي الحيد كما فى الشكل المقابل مما يدل على حدوث الإنجراف القارى .

**ثانياً : المناخ القديم :** 1- تنتظم الأحزمة المناخية المختلفة فى نطق متوازية تمتد من الشرق إلى الغرب وتتدرج كما فى الجدول التالى من المناخ الإستوائى إلى .....

2- من دراسة السجل الجيولوجى نستدل على الزحف القارى من خلال :

1-	المناخ الإستوائى
2-	المناخ المدارى (الصحراوى)
3-	المناخ المعتدل (منطقة المراعى أو الأعشاب)
4-	منطقة الغابات متساقطة الأوراق
5-	منطقة الغابات الصنوبرية
6-	المناخ المتجمد القطبى
Mr \ Hassan Metwally	

(أ) دراسة المتبخرات القديمة : هي رواسب ملحية تراكمت على هيئة طبقات نتيجة تبخر المحاليل الحاوية على تلك الأملاح فى مناطق مناخية جافة قاحلة .

❖ وجود المتبخرات القديمة حالياً فى مناطق شديدة البرودة شمال أوروبا وكندا رغم أنها تكونت فى مناطق جافة قاحلة وهذا بسبب الزحف القارى .

(ب) دراسة أحافير الشعاب المرجانية التى تتكون فى بيئة مدارية والفحم الذى يتكون فى بيئة إستوائية :

❖ حيث أن وجودهما حالياً قرب المنطقة القطبية يدل على أن هذه المناطق كانت فى بيئة مختلفة عن وضعها الحالى أى حدث لها إنجراف قارى .

**ثالثاً : مثالج حقب الحياة القديمة المتأخر :** 1- تظهر فى نصف الكرة الجنوبى مجموعة من الصخور تؤرخ من نهاية حقب الحياة القديمة إلى العصر الطباشيرى وتتشابه فيما بينها بشكل مثير رغم إنتشارها فى قارات مختلفة مثل جنوب أمريكا (جزر الفوكلاند) – جنوب أفريقيا – الهند – أستراليا – والقارة القطبية الجنوبية ،



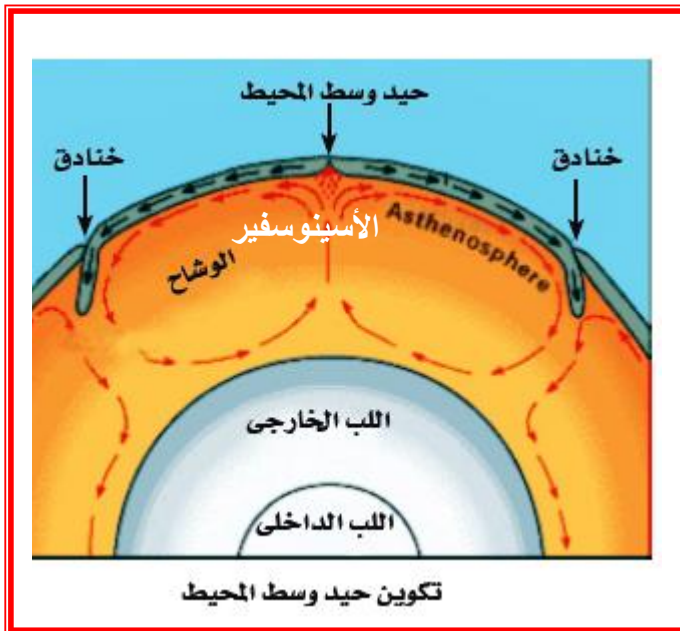
- 2- وقد فسرت هذه الظاهرة إلى جود قارة عظيمة في الماضي ذات مساحة هائلة أطلق عليها أرض جوندوانا .
- 3- ومع ملاحظة توزيع رواسب التلاجات على كتل اليابس بجنوب القارات سالفة الذكر يبدو جلياً أن حركة إنجراف قارى لعبت دوراً في التوزيع الجغرافي لتلك الأقطار الجنوبية خاصة وأن الغطاء الجليدى وما نتج عنه من رسوبيات بكل من أمريكا الجنوبية وأفريقيا متشابهة تماماً يؤكد أن القارتين كانتا كتلة واحدة في الماضى وانفصلت لجزئين تحرك كل جزء بعيداً عن الآخر .

- رابعاً : الأحافير الحيوانية والنباتية :** 1- توجد أحافير بعض الزواحف من جنس واحد ولا تستطيع خوض المحيطات منحصرة في صخور القارات الجنوبية فقط .
- 2- كذلك توجد أحافير أوراق وبذور نباتات أولية برية في القارات الجنوبية والهند ويدل ذلك على إتصال هذه القارات مع بعضها في الماضى ثم انفصلت بفعل الزحف القارى .

- خامساً : البناء الجيولوجى للقارات :** التراكيب الجيولوجية للجبال يكمل بعضها البعض ويكون إمتداداً متناسقاً وإستمراراً متكاملأ مما يرجح أنها كانت متصلة ثم تباعدت عن بعضها البعض ومن أمثلة ذلك :
- 1- التشابه والربط بين جبال جنوب أفريقيا ونظيراتها في الأرجنتين إلى الغرب وسلسلة جبال غرب أستراليا إلى الشرق .
- 2- وكذلك الشاطئ الغربى لأفريقيا مع الشاطئ الشرقى لأمريكا الجنوبية .
- ❖ وقد إعترض بعض العلماء على هذه النظرية إلا أنه ثبت فشل وجهة نظرهم .
- ❖ ولكن هناك سؤال هام وهو : ما سبب تلك الزحزة القارية ؟

### ❖ نظرية تكتونية الألواح ❖

- ❖ تقدم بهذه النظرية العلماء : إيزاكس - أوليفر - سايكس سنة 1968 م وأعقبها العديد من الدراسات وتعتمد أساساً على إفتراض أن :



- ❖ سطح الأرض مكون من عدة ألواح كبيرة إما محيطية أو قارية أو كلاهما معاً تبلغ حوالى (100) كم فى السمك ،
- ❖ تقع حدود هذه الألواح عند أغوار (شقوق) بحرية عميقة أو تشققات عميقة أو سلاسل جبال عالية ،
- ❖ وهذه الألواح تتحرك حركة دائبة بسرعة بطيئة غير محسوسة نتيجة وجود تيارات الحمل الدورانية ،
- ❖ فينتج عنها معظم الظواهر البنائية الضخمة بالقشرة الأرضية .

### ❖ أسباب حركة الألواح التكتونية :

- تحدث الحركة بسبب تباين توزيع الحرارة في الوشاح فتتكون تيارات حمل دورانية في الصحارة الموجودة في الطبقة العليا من الوشاح وهى نوعان :

- ❖ أنواع تيارات الحمل الدورانية في الطبقة العليا من الوشاح (الأسينوسفير) :
- أ ( تيارات حمل هابطة : تسبب تكوين الأغوار العميقة .
- ب ( تيارات حمل صاعدة : تسبب تكوين حيد وسط المحيط .



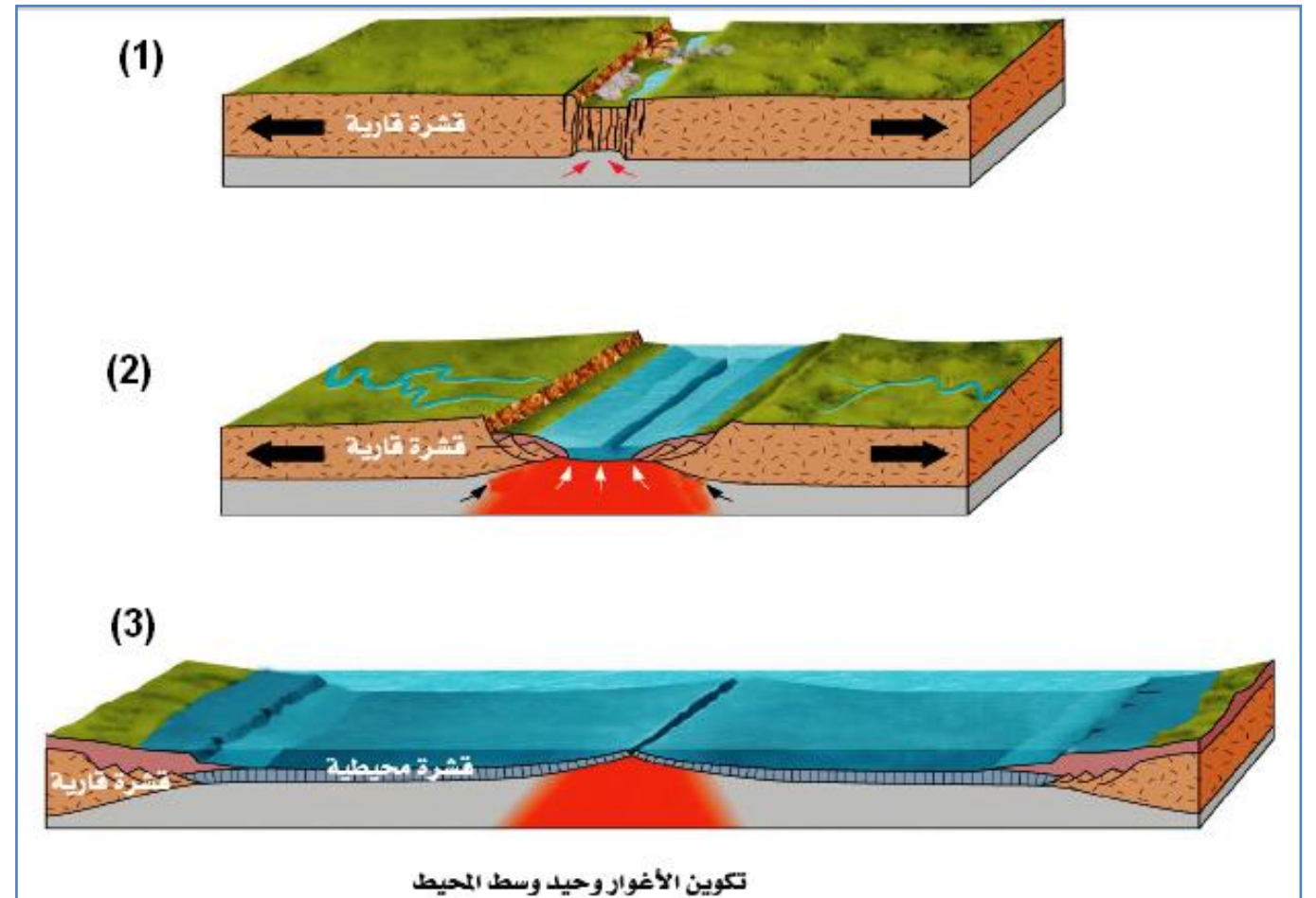
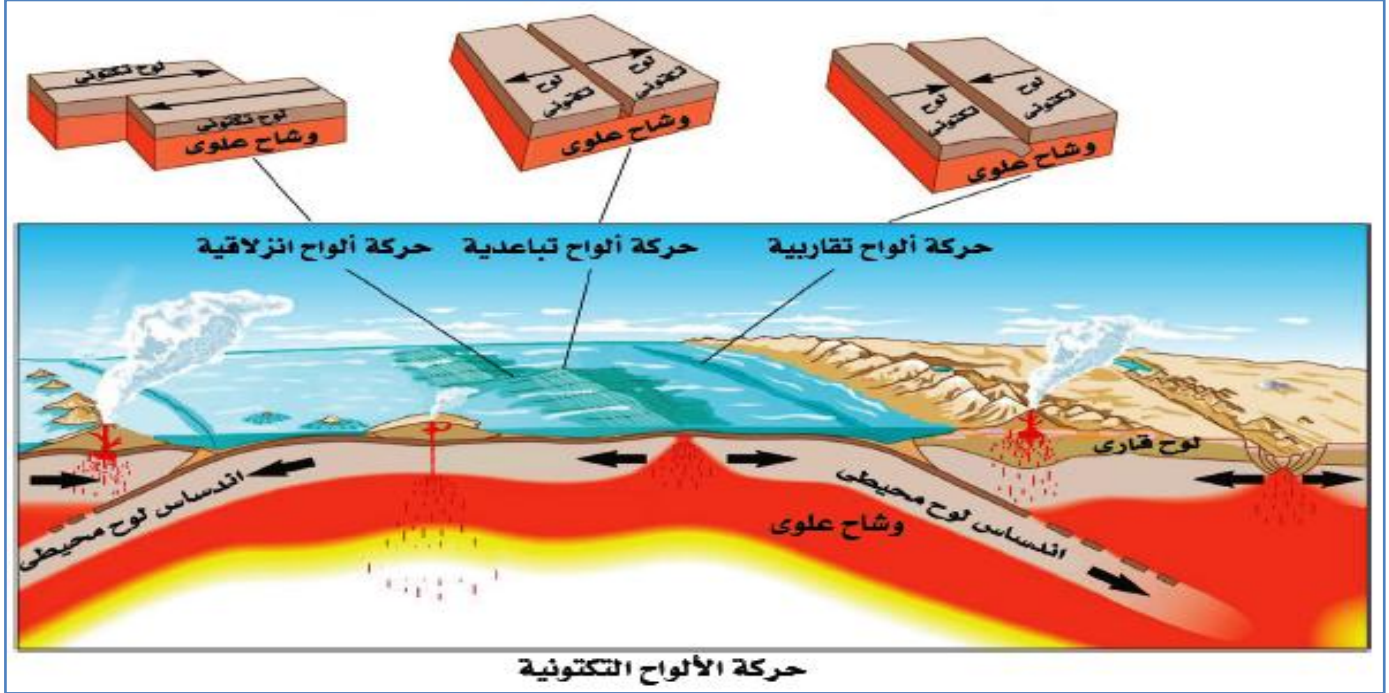
## ★ لاحظ أنه :

♣ تتكون قيعان البحار والمحيطات (الألواح المحيطية) من صخور بازلتية ثقيلة الوزن النوعي (أعلى كثافة) وتسمى السيماء .

♣ بينما تتكون القارات (الألواح القارية) من صخور جرانيتية خفيفة الوزن النوعي (أقل كثافة) وتسمى السيل .  
 ♣ لذلك فإن الألواح المحيطية تنزلق أسفل القارية ثم تنصهر في الوشاح عندما تحركها تيارات الحمل .

## ★ أنواع الحركة للألواح التكتونية : (3) أنواع هي : ★

الحركة الإنزلاقية	الحركة التقاربية (الهدامة)	الحركة التباعدية (البنائية)
<p><b>(التطاحنية)</b></p> <p>♣ تنشأ من حركة حافة لوح على حافة لوح آخر مكونة صدوع إنتقالية عمودية</p> <p>مسببة تكسيراً أو تشوهاً .</p> <p>♣ وقد ينتج عنها براكين وزلازل مثل</p> <p>صدع سان أندرياس</p> <p>ويظهر أيضاً في خليج العقبة .</p>	<p>♣ تسمى الحركة الهدامة وتنشأ عند تحرك لوحين باتجاه بعضهما فيلتقيان ويتصادمان معاً وقد تكون الحركة بين :</p> <p>1- <b>لوحين قاريين</b> : حيث يؤدي هذا التصادم لتكوين سلاسل جبلية ضخمة مثل <b>الهمالايا</b> .</p> <p>2- <b>لوحين قاري وآخر محيطي</b> : حيث الاختلاف بين كثافة اللوحين فيندس اللوح المحيطي أسفل اللوح القاري في طبقة الوشاح وينصهر كلياً وتتكون سلاسل جبال مثل جبال <b>الأنديز</b> في أمريكا الجنوبية ، كما يظهر ذلك أيضاً في البحر المتوسط .</p> <p>3- <b>لوحين محيطيين</b> : يندس أحدهما تحت الآخر فتتكون أغوار بحرية عميقة كما ينشأ قوس (سلسلة) جزر بركانية .</p>  <p>أنواع حركة الألواح التكتونية</p>  <p>الألواح التكتونية</p>	<p>♣ تسمى الحركة البنائية</p> <p>حيث يتكون لوح محيطي جديد وتنشأ من قوى شد تسبب حركة لوح تكتوني مبتعداً عن لوح آخر سواء كانت محيطية كما في حيد وسط المحيط أو قارية .</p> <p>♣ وقد نشأ عن هذه الحركة بحار ومحيطات بعد تفتت القارات مكونة لوح محيطي جديد كما يلي :</p> <p><b>(أ) نشأة البحر الأحمر :</b></p> <p>نشأ من تفتت قارة أفريقيا وتتسع جوانبه بمعدل (2,5) سم / سنة نتيجة ابتعاد اللوح العربي عن اللوح الأفريقي .</p> <p><b>(ب) نشأة المحيط الهندي والأطلنطي</b></p> <p>نشأ من تفتت قارة جوندوانا .</p>



☆ عدد الألواح التكتونية الكبيرة : من دراسة وتسجيل مراكز الزلازل على خريطة العالم أمكن تحديد

(7) ألواح تكتونية كبيرة هي :

اللوح الأفريقي - اللوح الآسيو أوروبي - اللوح الأمريكي الشمالي - اللوح الأمريكي الجنوبي - اللوح الهادي - اللوح الأسترالي - اللوح القطبي الجنوبي . بالإضافة إلى العديد من الألواح الصغيرة وجميعها في حركة بطيئة .



## ♣ الزلازل ♣

**♣ الزلازل :** هو طاقة حبيسة في باطن الأرض تخرج على هيئة هزات أرضية سريعة متتالية تحدث الواحدة تلو الأخرى تنتاب القشرة الأرضية وقد تسبب دماراً شديداً أو تكون ضعيفة لا يشعر بها الإنسان .

### ♣ أمثلة الزلازل ♣

1- زلزال مصر	2- الزلازل البحرية (التسونامى)	3- زلزال اليابان
♣ حدث في 12 أكتوبر 1992 م . ♣ قتل 600 شخص ودمر آلاف المباني .	♣ حدثت في دول آسيا المطلة على المحيط الهندي في 26 ديسمبر عام 2004 م . ♣ أدت إلى قتل عشرات الآلاف وتدمير القرى والمدن الساحلية في أندونيسيا والفلبين والهند ودول أخرى .	♣ حدث في سنة 2011 م ♣ أدى إلى حدوث كوارث .

### ♣ أنواع الزلازل ♣

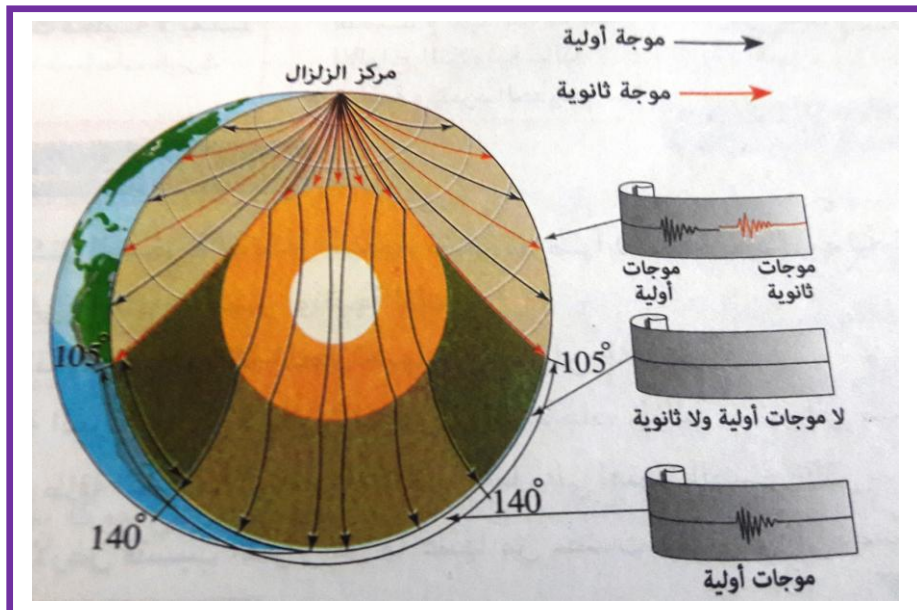
1- زلازل بركانية	2- زلازل تكتونية	3- زلازل بلوتونية
♣ يرتبط حدوثها بالنشاط البركاني . ♣ وهى هزات محلية لايمتد تأثيرها في مساحات كبيرة .	♣ تحدث في المناطق التي تتعرض فيها الصخور للتصدع نتيجة حركة الألواح التكتونية غالباً . ♣ وهى شائعة وكثيرة الحدوث .	♣ يوجد مركزها على عمق سحيق من الأرض . ♣ يصل إلى أكثر من 500 كم .

### ♣ أهم الأسباب في حدوث الزلازل ♣

- 1- إنكسار الكتل الصخرية إنكساراً مفاجئاً نتيجة تعرضها لضغط شديد أو عملية شد لا تقوى الصخور على تحملها فتتكسر وتتحرك طاقة الوضع الهائلة التي كانت بها وتتحول لطاقة حركة .
- 2- تنتقل هذه الطاقة من مركز الزلزال على شكل موجات زلزالية تنتشر لمسافات شاسعة .
- 3- أثناء إنتقالها تسبب إهتزاز الصخور التي تمر بها حتى تصل سطح الأرض فتعمل على إهتزاز كل ما عليها من منشآت فتؤدي لتصدعها أو تدميرها ويكون الإضطراب أقوى ما يمكن فوقمركز الزلزال .

**♣ منطقة فوق المركز أو فوق بؤرة الزلزال :** هي المنطقة الواقعة فوق مركز الزلزال مباشرة ويكون الإضطراب فيها أقوى مايمكن وتتناقص شدة الإضطراب الميكانيكى بسرعة خارج هذه المنطقة .

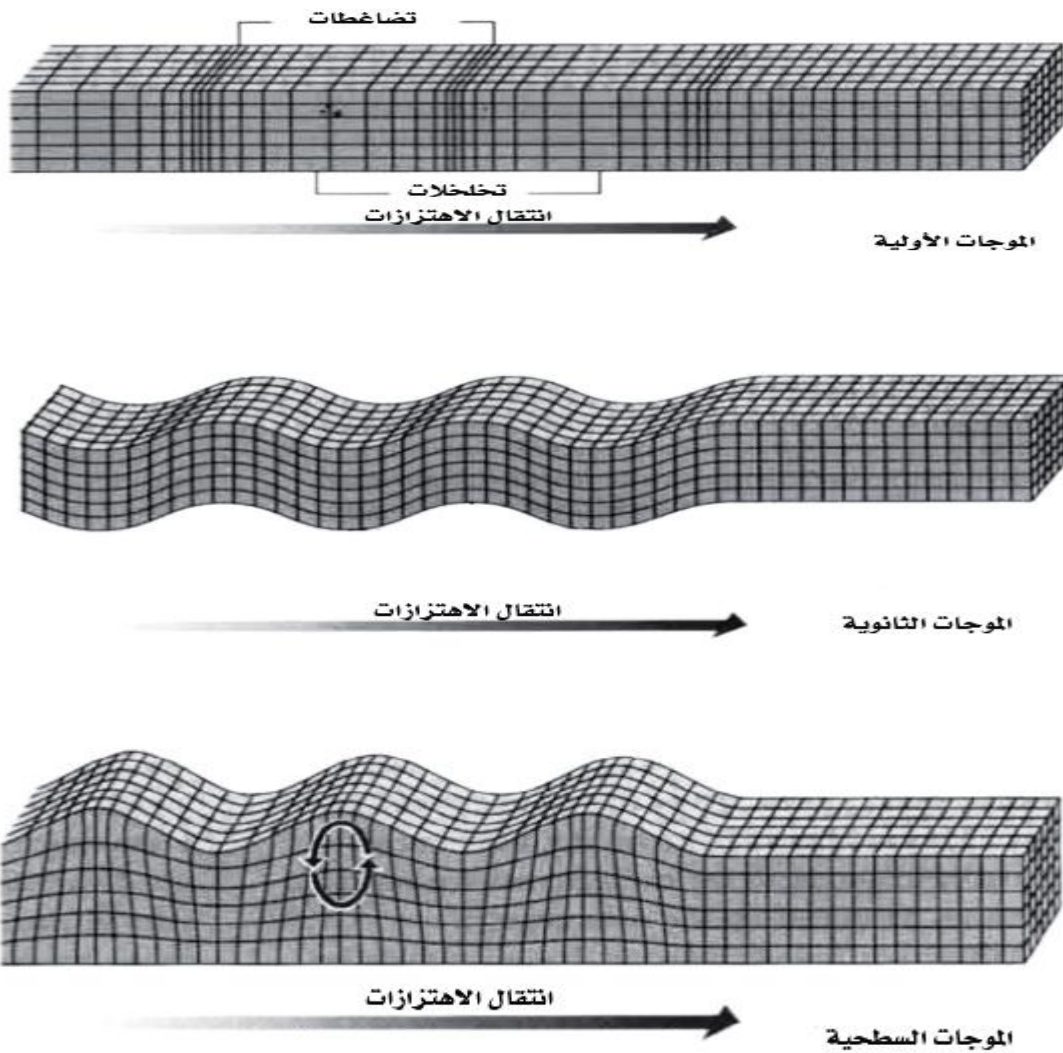
**♣ تسجيل الزلازل :** يتم تسجيل الزلازل بواسطة جهاز **السيزموجراف** .



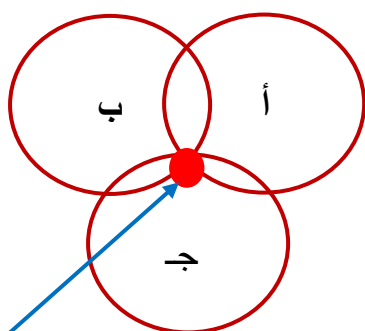
## ♣ أنواع الموجات الزلزالية ♣

- ♣ الموجات الزلزالية : نوعان هما : 1- موجات داخلية (تنقسم لنوعين : موجات أولية – موجات ثانوية) .  
2- موجات سطحية (طويلة) .

أولاً : الموجات الداخلية		ثانياً : الموجات السطحية
1- الموجات الأولية	2- الموجات الثانوية	<p>♣ تسمى بالموجات الطويلة</p> <p>♣ هي موجات معقدة ذات سعة كبيرة تنتقل قرب سطح الأرض وتتولد من الطاقة الناتجة عن الموجات الأولية والثانوية</p> <p>♣ هي آخر الموجات وصولاً لأجهزة الرصد ويعزى إليها الدمار الشامل .</p>
<p>♣ هي موجات طولية (إبتدائية) .</p> <p>♣ سريعة جداً .</p> <p>♣ هي أول ما يصل إلى آلات رصد الزلازل .</p> <p>♣ تنتشر خلال الأجسام الصلبة والسائلة والغازية .</p>	<p>♣ هي موجات إهتزازية مستعرضة .</p> <p>♣ أبطأ في السرعة من الموجات الأولية</p> <p>♣ وهي لا تمر خلال السوائل أو الغازات أى أنها تنتقل خلال الأجسام الصلبة فقط .</p>	
<p>♣ أهمية دراسة الموجات الداخلية :</p> <p>بدراسة الموجات الداخلية أمكن للعلماء التعرف على</p> <p>1- التركيب الداخلى للأرض .</p> <p>2- تحديد مركز الزلزال .</p>		



### ♣ تحديد نقطة فوق المركز ♣



نقطة فوق المركز

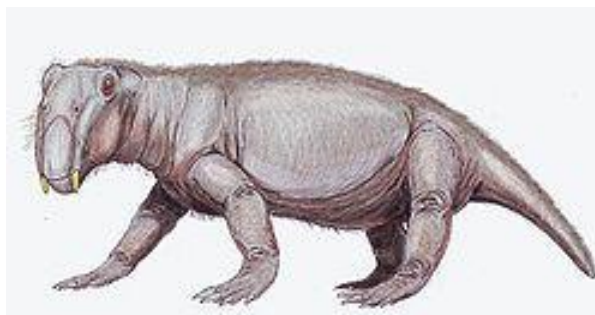
- ♣ يتم ذلك بالتعاون بين 3 محطات لرصد الزلزال ( أ ، ب ، ج ) حيث :
- 1- تسجل كل محطة أزمنة الوصول النسبية لأنواع الموجات الثلاث .
- 2- ومع معرفة سرعة الموجات وزمن وصولها نستطيع تحديد المسافة بين محطة الرصد والمركز السطحي للزلزال .
- 3- ثم ترسم ثلاث دوائر على خريطة بحيث تكون كل محطة رصد من هذه المحطات الثلاث هي مركز الدائرة وتكون النقطة التي تقاطع عندها الدوائر الثلاث هي نقطة فوق المركز .

### ♣ قياس الزلزال ♣

قياس قدر الزلزال	قياس شدة الزلزال
<p>♣ قدر الزلزال <b>Earthquake Magnitude</b> هو الكمية الكلية للطاقة المنطلقة من مصدر الزلزال .</p> <p>♣ يقاس قدر الزلزال باستخدام <b>مقياس ريختر</b> الذي إستحدثه تشارلز ريختر عام 1935 م .</p> <p>♣ وهو يستخدم عند مقارنة الزلازل كمياً لأنه أكثر دقة من مقياس ميركالي لأنه يعتمد على : تقدير كمية الطاقة المنطلقة .</p> <p>♣ يبدأ المقياس برقم (1) وقد بلغ أقوى زلزال حتى الآن (8,9) درجة على مقياس ريختر .</p>	<p>♣ شدة الزلزال <b>Earthquake Intensity</b> هي قياس نوعي لنوعية الدمار الناتج عن زلزال ما بالإضافة إلى طريقة رد فعل الناس تجاهه .</p> <p>♣ تقاس شدة الزلزال <b>بمقياس ميركالي</b> المعدل سنة 1931 م وهو أكثر مقاييس الشدة إستخداماً في الولايات المتحدة والعالم .</p> <p>♣ وهو مقياس مقسم لـ (12) قسم تتراوح فيه الزلازل بين تلك التي لا يشعر بها الناس والزلازل التي تسبب دماراً شاملاً .</p>



ألفريد فيجر



سحلية الملعقة

### مع أطيب أمنيات أ / حسن متولى

- ♣ معلم خبير جيولوجيا (خبرة تزيد عن ربع قرن) .
- ♣ مشرف الجيولوجيا بمنتهى ثانوية (بوابة الثانوية العامة المصرية) .
- ♣ مدير الموقع الإلكتروني لمدرسة الحسينية الثانوية بنات .
- ♣ المسئول التنفيذي لوحدة التدريب والجودة بمدرسة عكاشة الثانوية بصان الحجر .
- ♣ مؤسس سلسلة الخبر في الجيولوجيا والعلوم البينية للثانوية العامة .
- ♣ مؤسس مدونة المشروم (فطر عيش الغراب) لحم الفقراء .
- ♣ مؤسس المكتبة الإلكترونية (20 ألف كتاب رقمي في مختلف التخصصات) .